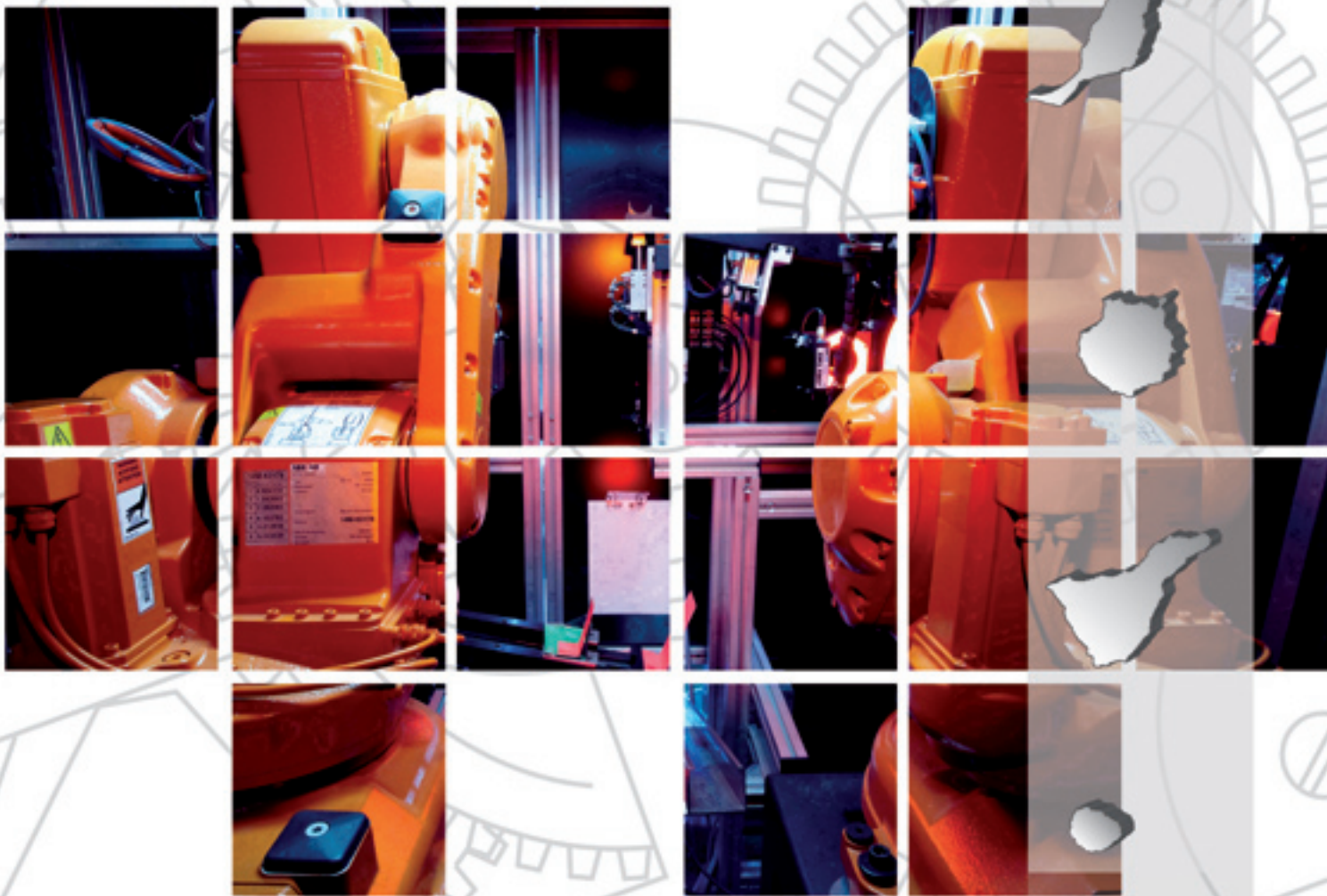


JUNIO, 2010

NÚMERO 1

# INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO

EN CANARIAS



Edición digital: [www.tbn.es](http://www.tbn.es)

INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL  
**TBN**  
SERVICIOS INTEGRALES DE LUBRICACIÓN

# Revista de Ingeniería del Mantenimiento en Canarias

## Director Revista:

D. Luis García Martín – Director Gerente TBN

## Comité Técnico:

Dr. José Antonio Carta González – Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

D. Mariano Chirivella Caballero – Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

D. Juan Antonio Jiménez Rodríguez – Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

D. Jesús Terradillos Azqueta - Fundación Tekniker

Dra. M<sup>a</sup> del Pino Artilles Ramírez - TBN

**Edita y promueve:** TBN- Ingeniería de Mantenimiento Industrial y Servicios Integrales de Lubricación, S.L..

**Prolongación** C/ Sao Paulo, s/n – Parque Empresarial Vista Mar – 2<sup>a</sup> Planta- 35008 – El Sebadal

Las Palmas de Gran Canaria - Tfno.: +34 928 297356  
– Fax: +34 928 297891 – Email: info@tbn.es

**Islas Canarias - España**

**Web:** www.tbn.es

## Foto Portada:

Cedida por el Dpto. de Marketing de la Fundación Tekniker.

## Diseño Gráfico Portada:

Star Media, S.L.

## Diseño Gráfico y Maquetación:

Nuria Gañán Segura y Gráficas Bordón S.L.

## Impresión:

Gráficas Bordón, S.L.

**Formato:** 21 X 29.7 cm (A4)

**Depósito Legal:** GC-396-2010

**Tirada de este número: 1.000 Ejemplares  
Gratuitos.**

**Periodicidad: Semestral**



La Dirección de la Revista no acepta responsabilidades derivadas de las opiniones o juicios de valor de los trabajos publicados, que recaerán exclusivamente sobre sus autores.

Queda prohibida su reproducción sin la autorización expresa de la dirección de TBN- Ingeniería de Mantenimiento Industrial y Servicios Integrales de Lubricación.

# Índice

## PRÓLOGOS

- Consejero de Empleo, Industria y Comercio.  
Gobierno de Canarias  
*D. Jorge Marín Rodríguez Díaz*
- Consejero de Turismo, Innovación Tecnológica  
y Comercio Exterior. - Cabildo de Gran Canaria.  
*D. Roberto Moreno Díaz*
- Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.  
*D. Jose Antonio Carta González.*

## CORDIAL SALUDO

- Director - Gerente de TBN  
*D. Luis García Martín*

## ARTÍCULOS

### TRANSPORTE ROBOTIZADO EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE GRAN CANARIA DR. NEGRÍN

*Autores: José Ramón Pérez Rodríguez, M<sup>a</sup> Soledad Suárez  
Rancel, José Manuel Lemes Bonilla.*  
Hospital Universitario de G.C. Dr. Negrín **PAG. 08-14**

### LA MEJORA DEL MANTENIMIENTO DE LOS BAS- TIDORES DE ÓSMOSIS INVERSA Y MEJORA DE LA CONDUCTIVIDAD

*Autor: Jacinto Curbelo Fernández*  
Emalsa **PAG. 15-21**

### EL MANTENIMIENTO EN LA HOSTELERÍA, RETOS ACTUALES, DESAFÍOS FUTUROS

*Autor: Luis Fernández Alberti*  
Hotel Gloria Palace Amadores **PAG. 22-26**

### MANTENIMIENTO EN LA OBRA PÚBLICA: IM- PLANTACIÓN DE UN SERVICIO DE REPARACIÓN DE MAQUINARIA

*Autor: Jorge Rey Blázquez*  
Félix Santiago Melián S.L. **PAG. 27-34**

### SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍAS EN PLANTA INDUSTRIAL. NUEVO MODELO DE GESTIÓN TÉCNI- CA Y DE USUARIO

*Autor: Héctor Cantero Olmo.*  
Industrias Lácteas de Canarias. Danone **PAG. 35-41**

### ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE ANALISIS DE EXTENSIÓN DE VIDA EN TURBOCOMPRESORES DE MOTORES DIESEL APLICADOS A LA GENERA- CIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

*Autores: Francisco Fernández Vacas, Marta Álvaro Fernán-  
dez*  
Endesa Generación y Tecnomat **PAG. 42-47**

### FIABILIDAD DE PLANTA – UN ENFOQUE HOLÍ- STICO

*Autor: Gerardo Trujillo C.*  
Noria Latín América. Noria Corporation **PAG. 48-53**

### IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS SCADA EN EL MANTENIMIENTO

*Autor: Jorge Martín Galán*  
Aena **PAG. 54-58**

### VISIÓN RETROSPECTIVA DE LA EVOLUCIÓN TÉC- NICA EN EL PROCESO INDUSTRIAL EN EL APARTA- DO DEL MANTENIMIENTO

*Autor: José Mariano Solanot Parés.*  
Presidente Asociación Molineros de España **PAG. 59-62**

### APLICACIÓN DE NUEVOS METODOS DE MANTE- NIMIENTO A UN MOLINO DE CILINDROS

*Autor: José Manuel Solanot García*  
Grupo Haricana **PAG. 63-70**

### ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN EL SECTOR DE REPARACIÓN NAVAL.

*Autor: Juan Francisco Enríquez Seba.*  
Astillero Reparaciones Navales Canarias **PAG. 71-75**

### SENSORES INTELIGENTES PARA LA MONITORI- ZACIÓN EN TIEMPO REAL DE MAQUINARIA LUBRI- CADA

*Autores: E. Gorritxategi, A. Arnaiz, E. Aranzabe, A. Aranza-  
be, D. Otaduy, A. Villar*  
Fundación Tekniker **PAG. 76-82**

### LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO HOTELERO Y LA EFICIENCIA

*Autor: Mariano Chirivella Caballero*  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria **PAG. 83-90**

### PROYECTOS DE MEDIO AMBIENTE Y OPTIMIZA- CIÓN DE RECURSOS EN PLANTAS DE CCC

*Autor: Jesús Castro Campos*  
Compañía Cervecera de Canarias **PAG. 91-93**

### MANTENIMIENTO DEL RELOJ. EL PEQUEÑO GRAN OLVIDADO.

*Autor: Alberto Pajuelo Fernández.*  
Coleccionista de Relojos **PAG. 94-97**

### EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL Y EL FACTOR HUMANO

*Autor: Rafael Hernández González.*  
Artes Gráficas del Atlántico **PAG. 98-102**

# Prólogo

## Consejero de Empleo, Industria y Comercio

Gobierno de Canarias

**Don Jorge Marín Rodríguez Díaz**



Desde el comienzo de la presente legislatura, una gran parte de los esfuerzos del Gobierno de Canarias ha ido dirigida a ayudar en lo posible al mantenimiento del empleo por parte de las empresas canarias, sin perder de vista su posicionamiento en la economía global cuando se dé por finalizada la actual crisis económica.

Estos últimos dos años han servido para evidenciar la intrincada interconexión que existe hoy en día entre todas las naciones del mundo. La quiebra de un banco en Estados Unidos, puede hacer temblar las bolsas europeas o la erupción de un volcán en Islandia puede dejar sin turistas a un territorio como Canarias.

Pongo estos ejemplos con la única intención de ilustrar la importancia de trabajar desde las Islas con una visión abierta, evitando la miopía

## Consejero de Turismo, Innovación Tecnológica y Comercio Exterior

Cabildo de Gran Canaria

**Don Roberto Moreno Díaz**



No es necesario, creo, resaltar una vez más la importancia de la actividad turística en la economía de nuestra isla, que junto al incremento de la presión de la competencia a nivel global, exigen todos los esfuerzos necesarios para identificar estrategias que permitan mantenernos en una posición competitiva en el mercado turístico.

Por experiencia, sabemos que el nivel de calidad que se exige en las instalaciones turísticas debe ser más riguroso porque la obsolescencia de las instalaciones (ya sea hoteles, apartamentos, centros de ocio, restauración, etc.) incide directamente en la imagen del destino.

El nivel de complejidad de las instalaciones y equipamientos de la planta alojativa obliga a que el mantenimiento de las mismas se aborde como

de creer que una empresa puede conformarse con estar asentada en Gran Canaria, Tenerife o La Palma. No estamos solos en el planeta y no podemos pretender que las medidas protectoras del REF sean suficientes para mantener alejadas a las multinacionales y otras empresas con gestión mucho más eficiente.

Ante esta realidad, el Gobierno de Canarias apuesta por la reducción de las gestiones administrativas para nuestras empresas; el fomento del asociacionismo; la regionalización y, sobre todo, la mejora continua de los procesos tecnológicos y de gestión que utilizan, para el incremento de su productividad y competitividad, en el camino hacia la excelencia.

En este contexto, no puedo sino dar la bienvenida y la enhorabuena a un proyecto como la revista TBN, en tanto que servirá como nexo de comunicación especializado para todas aquellas empresas canarias que quieran mantener estándares de calidad y tecnología elevados. Y, como ya he dicho, todas las empresas del Archipiélago deberían aspirar a eso, puesto que el inmovilis-

mo y la confianza en barreras económicas para preservar un mercado suele ser, en estos tiempos, sinónimo de fracaso, ante la corriente liberalizadora mundial y europea.

Por estos motivos, insto a los directivos de la revista a no desfallecer y lograr que este proyecto, orientado a que los empresarios canarios cuenten con la mejor y más actualizada información, se consolide en el tiempo y acabe por ser referencia de todo cuanto ocurra en el entorno del Mantenimiento. A los lectores, les invito a aprovechar esta nueva fuente de conocimiento sobre el sector, para que logremos entre todos un tejido empresarial cada vez más sólido y preparado para afrontar la economía globalizada y en continuo cambio que nos encontraremos al final de la crisis.



una tarea de suma importancia para la consecución de la calidad total que el alojamiento debe ofrecer, en consonancia con el nivel de exigencia del servicio que se ofrece, traducido en: calidad y comodidad para el cliente, reducción del número de realojamientos, optimización de los recursos y reducción del consumo de energía, eficiencia y eficacia en las esferas productivas y de servicios, entre otros.

Así, buen mantenimiento es sinónimo de calidad hacia nuestros visitantes, lo que a su vez es sinónimo de competitividad y permanencia en el mercado.

En general, las acciones de mantenimiento se encuadran dentro de las llamadas innovaciones sostenibles que se caracterizan por tener un carácter continuista e incremental. Si tenemos presente que la competitividad de las empresas está estrechamente relacionada con la innovación, los contenidos de esta Revista contribuyen notablemente en este sentido, puesto que es una publi-

cación orientada a aumentar el conocimiento de experiencias innovadoras en el área de mantenimiento en Canarias.

No me queda más que dar la enhorabuena a los editores por la buena iniciativa que han tenido al plantear el nacimiento de esta publicación, a la que deseo el mejor de los futuros y que, estoy convencido, viene a llenar un hueco de enorme interés en el mundo industrial y turístico de nuestro Archipiélago.





**Don José Antonio Carta González**

**Dr. Ingeniero Industrial**

Tradicionalmente, uno de los obstáculos que ha dificultado la labor de los profesionales que de una manera u otra han estado vinculados a actividades relacionadas con el mantenimiento ha sido el escaso reconocimiento y estima que dicha disciplina ha gozado en los ámbitos competentes. Normalmente, la empresa lo ha considerado un mal necesario, las instituciones académicas no le han prestado la atención que se merece y en amplios sectores de la sociedad se suele asociar el término mantenimiento con la simple función de reparar los equipos e instalaciones en el caso de averías. Sin embargo, en la actualidad el mantenimiento constituye una disciplina en sí mismo, que utiliza tecnología avanzada y requiere de planteamientos científicos rigurosos y multidisciplinarios. El mantenimiento está presente en prácticamente todos los sectores productivos y de su eficacia depende en alto grado la competitividad de las empresas y el progreso de los países. En este sentido, todos los esfuerzos de coordinación que se realicen entre las universidades y los sectores empresariales con el fin de posicionar el mantenimiento en el lugar que le corresponde deben ser celebrados.

Afortunadamente, en el Archipiélago Canario un número cada vez más significativo de empresarios y directivos de diversos sectores productivos han comenzado a asumir que las labores desarrolladas por sus departamentos de mantenimiento no constituyen un foco de costes sino un auténtico beneficio. Por este motivo, los más innovadores han decidido apostar por la maximización de la disponibilidad y fiabilidad de los equipos y la minimización de los costes y han ido implantando paulatinamente sistemas de información para la gestión del mantenimiento asistido por ordenador, tecnologías modernas que facilitan el conocimiento de la condición de los equipos, métodos y técnicas para la mejora continua del mantenimiento, herramientas que permiten optimizar las decisiones de mantenimiento, etc.

En la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, para cubrir las deficiencias detectadas en el campo de la formación de los recursos humanos que han de diseñar, organizar óptimamente las diferentes tareas y utilizar con éxito las modernas tecnologías de mantenimiento, se comenzó a impartir hace ahora siete años un curso de Experto en Mantenimiento con el objetivo de potenciar una formación multidisciplinar que permitiera a los alumnos abordar la complejidad de esta disciplina. En este programa formativo, la combinación de la enseñanza de componente más teórica del profesor universitario con la experiencia de los profesionales que participan en el mismo ha permitido que el alumno se haya formado con una visión más completa del mantenimiento.

Como profesor adscrito al Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, que durante largo tiempo ha impartido docencia en el campo del mantenimiento, considero que el enfoque de la Revista que nos propone TBN, constituye una apuesta decidida por potenciar el área de mantenimiento en nuestro archipiélago, a la vez que representa un planteamiento novedoso en la divulgación del conocimiento técnico/científico de esta disciplina en nuestras islas. La Revista puede ser un medio que potencie el contacto de los futuros egresados con la realidad empresarial y les permita enriquecerse con la experiencia profesional de quienes, en la actualidad, llevan las riendas de nuestros sectores productivos. Considero, además, que la creación de la Revista puede aportar elementos que permitan una mejor sincronización entre las necesidades que han de cubrir las empresas de nuestro entorno y los conocimientos que los alumnos pueden ofrecer. Por todo ello, animo a los miembros de TBN en la dura pero gratificante tarea que ahora inician y les deseo los mayores éxitos.



Don Luis García Martín

Director - Gerente de TBN

## Estimados lectores;

En primer lugar me gustaría darles la bienvenida a esta Revista, que no es ni un capricho ni una casualidad, sino más bien, a mi juicio, el reflejo de una demanda de las empresas de nuestra región y los alumnos de nuestras Universidades y Centros de Formación Profesional quienes, en un futuro cercano, ocuparán los puestos de responsabilidad y decisión en las acciones de mantenimiento, de nuestro tejido empresarial. Es por ello que queremos promover, específicamente para Canarias, el proyecto de esta Revista: “Ingeniería del Mantenimiento en Canarias”.

La justificación de la Revista se sustenta en la dificultad que tienen muchas empresas para buscar y generar por sí solas el conocimiento tecnológico que requieren para llevar a cabo sus procesos de innovación, y por lo tanto, la consecuente necesidad de acceder al conocimiento disponible en su área de influencia. En este sentido, se va a favorecer, para los sectores interesados, el acercamiento de las estrategias y procesos de innovación en mantenimiento llevadas a cabo por diferentes empresas e instituciones innovadoras en Canarias, que sumado a la colaboración de agentes científicos como la Universidad y los centros tecnológicos, convierte a esta revista en una adecuada vía para la transferencia de los conocimientos sobre tecnología a la sociedad.

El objetivo es que la Revista sea una fuente de conocimiento externo para la innovación en las empresas, a la vez que potencie el trabajo conjunto y de cooperación de los diferentes agentes implicados.

Siendo una publicación orientada a potenciar el Know-how en Canarias, el carácter diferenciador se centra en el marcado protagonismo que van a tener las empresas canarias, pues se pretende que la mayoría del contenido lo conforme la presentación de casos de éxito en mantenimiento de las mismas, y sirva de plataforma de análisis y potenciación de la experiencia de los diferentes sectores canarios: industrial, naval, aeronáutico, obra pública, hostelería, edificios y hospitales.

Parece lógico pensar que, implantando nuevas técnicas y tecnologías de mantenimiento y teniendo presente el valor del mejor activo de nuestras empresas, el Recurso Humano, estamos realmente aumentando nuestro conocimiento del mantenimiento.

Confío por ello, que los contenidos de esta revista contribuyan a mejorar la situación actual.

Para finalizar estas palabras de bienvenida, agradecer a todos los autores su colaboración desinteresada.



**Don Luis García Martín es Miembro de la AEM (Asociación Española de Mantenimiento), Miembro de la AEND (Asociación Española de Ensayos No Destructivos), Miembro de ASTM (American Standard Test and Methodology-comité DO2 Lubricantes y Petróleo) y Miembro de STLE (Society of Tribologists and Lubrication Engineers).**

# Transporte Robotizado en el Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín



José Ramón Pérez Rodríguez

M<sup>a</sup> Soledad Suárez Rancel  
José Manuel Lemes Bonilla

**Servicio de Mantenimiento.**  
**Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín.**

## RESUMEN

**E**l Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín dispone de un sistema de Transporte Robotizado para el traslado interno de las mercancías de los servicios generales a los servicios asistenciales. Este transporte está formado por diez Robots, dirigidos por un sistema informático central, que organiza el trabajo de los mismos.

En este artículo se expone el funcionamiento de este sistema, sus características, sus componentes, los servicios origen y destino del transporte, redes de comunicación, mantenimiento y las ventajas que está aportando al hospital el disponer de un sistema de transporte interno como éste.

**Palabras claves:** Transporte Robotizado, Robot, Carros Contenedores, Proveedores Internos, Servicios Destino.

El Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín es el hospital de referencia para el área norte de la isla de Gran Canaria. Se encuentra emplazado en la salida Norte de Las Palmas de Gran Canaria, dispone de 704 camas de hospitalización, 43 camas de Hospital de Día, 20 quirófanos, área de consultas externas con 86 despachos y un equipo humano formado por más de 3.000 trabajadores.

Es un edificio de 195.000 m<sup>2</sup> construidos, con pasillos de 300 mts de largo y ocho niveles de edificación. Está distribuido en tres bloques

principales: el bloque norte donde está la hospitalización, el bloque central con los quirófanos, UMI, laboratorios, etc., y el bloque sur con las consultas externas y urgencias. En cada uno de estos bloques existen dos grupos de ascensores dobles exclusivos para el Transporte Robotizado. En cada par de ascensores, uno de ellos es para subir y otro es para bajar los robots. De esta forma se agiliza el transporte.

## ¿POR QUÉ TRANSPORTE ROBOTIZADO?

Estas características constructivas producen los siguientes condicionantes:

- Los recorridos a realizar para transportar cualquier tipo de mercancía de los servicios centrales situados, por ejemplo en el nivel -1 al nivel + 6 de hospitalización, pueden ser de varios kilómetros.
- Los pesos a transportar, puesto que los contenedores pueden llegar a pesar 500 Kg, y los volúmenes que pueden llegar a ocupar estas mercancías. Es decir, se destaca la cantidad de carros que se deberían mover a través del hospital para poder trasladar toda esta cantidad de mercancía desde los servicios generales hasta las plantas de hospitalización y servicios centrales.
- A estas distancias a recorrer, hay que añadir los problemas de circulación interna que producirían estos carros atravesando los pasillos y utilizando los ascensores.



- La necesidad de personal para realizar todos estos transportes de carros desde los servicios origen hasta los destinos en planta y servicios centrales.

Todos estos problemas se ven solucionados con la implantación del Transporte Robotizado, que utiliza ascensores independientes respecto a los del personal y usuarios del hospital, y pasillos por donde sólo circulan los contenedores y el personal de los servicios de la zona, nunca pacientes. También, con esta implantación, se mejora la organización interna de los servicios y hospitalizaciones, debido a la puntualidad y exactitud en la llegada de todos los suministros.



## CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE ROBOTIZADO

Es un sistema automático de transporte por medio de 10 Robots, que trasladan los carros contenedores desde los servicios generales de gestión hacia las hospitalizaciones y servicios centrales asistenciales.

Los Robots recorren unos circuitos definidos en el sistema informático, por los pasillos de los niveles -1 y +2, donde se encuentran los servicios orígenes del transporte, hacia los servicios destino en todo el hospital.

Existen seis grupos de dos ascensores de uso específico para el Transporte Robotizado,

Es un sistema de vehículos de guiado automático sin conductor, este guiado automático se le llama Navegación Magnética.

Para la comunicación continua y fluida entre los Robots y el sistema informático de gestión, estos disponen de una comunicación por Wi-Fi.

En los pasillos por donde circulan los Robots se ha dispuesto una señalización de seguridad para informar a los usuarios que están en zona de circulación de Robots.



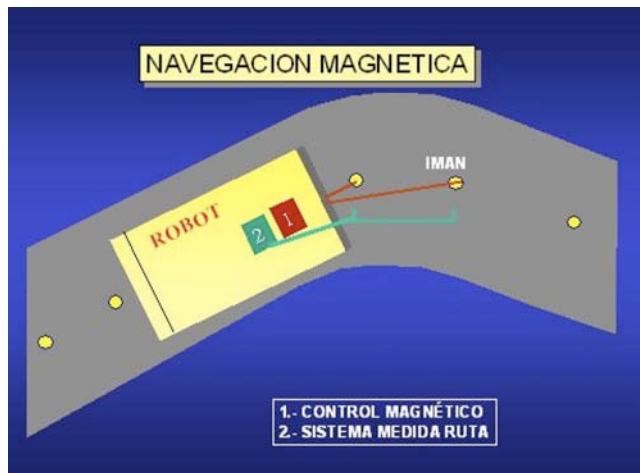
En el último año se ha comprado el décimo Robot que tiene un diseño exterior distinto a los anteriores, como se ve en la imagen, pero que funciona con los mismos sistemas y de la misma forma que los antiguos.



## NAVEGACIÓN MAGNÉTICA

En el sistema informático central están definidos los circuitos por donde van a circular los Robots. Estos recorridos son guiados por unos imanes colocados en el suelo con una distancia determinada entre ellos. El Robot va midiendo esta distancia y se lo va comunicando continuamente al ordenador central, para confirmarle que va por el camino correcto. Si la distancia que mide el Robot no coincide con la

que tiene el sistema informático, el Robot se para e indica al ordenador que ha perdido la ruta.



## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE ROBOTIZADO

### CARACTERÍSTICAS DE LOS ROBOTS

El Robot de transporte es un vehículo con plataforma elevadora, con ejecución de 3 ruedas, con marcha automática adelante y atrás, desarrollado para toma y entrega automática de la carga.

Está diseñado para coger el carro contenedor por debajo, por medio de un sistema de elevación, para su transporte a destino.

Posee dispositivos de seguridad para pararse cuando encuentra un obstáculo en su recorrido.

Dispone de una fuente de alimentación por medio de 4 baterías de plomo que dan la potencia para realizar su trabajo.

Está provisto, en la parte central del robot, de un Lector de etiquetas de Códigos de Barras para leer los códigos de la parte baja de los carros contenedores.

Dispone de un panel de mando para servicio e información del personal de mantenimiento del sistema.

El Robot comunica continuamente al ordenador central, por medio de la red Wi-Fi, que va por el camino correcto. Esta red Wi-Fi da cobertura a todos los pasillos y vestíbulos de ascensores por donde transcurren los recorridos de los Robots.

El sistema de Transporte Robotizado dispone de una programación horaria de suministro de carros limpios o llenos desde los servicios origen, y de recogida de carros sucios o vacíos de las hospitalizaciones o servicios centrales. En estas franjas horarias existen prioridades de unos servicios sobre otros.

Cuando llega la hora programada en el cronograma de trabajo del Transporte Robotizado, los Robots salen de la sala de cambio de baterías hacia el servicio origen, por ejemplo cocina, e inician la circulación por el nivel -1 hasta la zona limpia del servicio de cocina.

Cuando llegan a las cercanías de este servicio, el sistema les abre las puertas y entran a recoger los carros. A su vez, el personal de cocina ha estado “emplatando” las ingestas de los pacientes y colocando las bandejas dentro de los contenedores. Los pinches sacan los carros de la zona de emplatado y los coloca en las guías, a la vez que teclean, en el panel de control, los datos del carro.

Con esto realizado el Robot se mete debajo del contenedor y lee el código de barras que tiene dispuesto en su parte inferior. Este código de barras representa para el sistema un número, que a su vez, el ordenador lo transforma en un servicio origen, en este caso cocina, y un destino, como puede ser hospitalización A4 Derecha, hasta donde el Robot trasladará el contenedor.

A la vez que lee el código, eleva con su estructura el contenedor para poder trasladarlo sin rozar el suelo. Abre las puertas de la cocina y circula por el nivel -1 hacia el ascensor que lo traslada a la planta de hospitalización.

Al llegar a las cercanías del elevador, el sistema le indica al ascensor que baje a la planta -1 y se quede esperando con la puerta abierta. El Robot entra en el ascensor a la vez que el ordenador le informa al ascensor que suba al robot a la planta cuarta y abra las puertas.

Cuando llega a la planta, sale el Robot y deja en su estación el carro volviendo a bajar por el ascensor contrario al de subida. En ese momento, se activa una señal luminosa en el control de enfermería para avisar de la llegada del carro.

El personal de planta lo recoge y distribuye entre los pacientes las bandejas de comida. Terminada las comidas, el mismo personal las retira y coloca en los contenedores, que a su vez coloca en las guías.

De esta forma el ordenador detecta el carro y manda un Robot a buscarlo, lo recoge de la misma forma que antes y lo traslada a la zona sucia de cocina, donde su personal retirará el carro y sacará las bandejas sucias para limpiarlas.

El sistema continúa hasta terminar con todos los transportes, en este caso de cocina.

## DATOS TÉCNICOS DE LOS ROBOTS

El Robot tiene un tamaño de 2 metros por 60 centímetros de ancho y 33 de alto. Su peso es de 450 Kg. y puede llegar a cargar contenedores de 500 Kilogramos de peso, es decir, pueden circular con un peso total de una tonelada. Se alimenta eléctricamente por medio de cuatro baterías de 24 Voltios y 169 Amperios hora de intensidad.

El motor que lo mueve funciona a 24 voltios con una potencia de 500 vatios. El Robot circula a una

velocidad en línea recta de 1 metros por segundo, y en curva o marcha atrás circula a baja velocidad, es decir a 0,3 metros por segundo. El equipo de presión para elevar los carros proporciona una presión de trabajo de 160 Bares.

## SISTEMAS DE SEGURIDAD ROBOTS

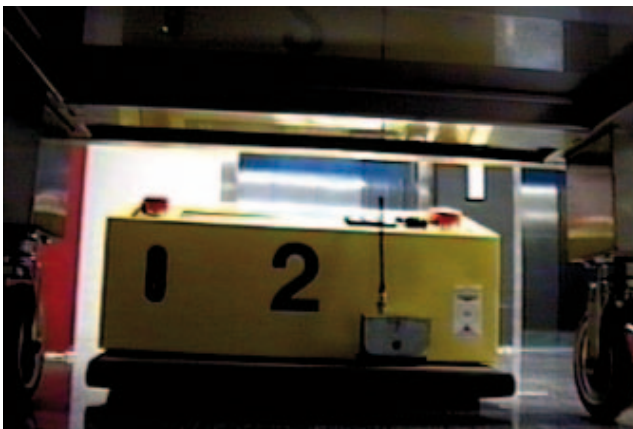
Los sistemas de seguridad que llevan instalados los Robots se componen de cuatro elementos:

- **Scanner-láser:** Montado en la parte delantera del Robot para detectar objetos cuando circula a la máxima velocidad (1 m/ s). En este caso, el Robot pasa a 0,3 m/ s (velocidad lenta) y en el caso de que dicho obstáculo no desaparezca el Robot se para. Una vez desaparecido el obstáculo el Robot sigue su camino.

- **Listones de seguridad (bumper):** Montados en la parte delantera y trasera del Robot para detectar objetos a baja velocidad (0,3 m/s) en marcha adelante, atrás y en curvas. Cuando se contacta con algún obstáculo el listón se deforma y actúa inmediatamente la parada de emergencia. Hasta que no se retire dicho obstáculo, no volverá a arrancar el Robot.

- **Pulsadores de emergencia:** Hay cuatro pulsadores de emergencia (tipo zetas), uno en cada esquina del Robot, para ser activados y detener inmediatamente el Robot, en caso de emergencia. Se desbloquean manualmente.

- **Señalización:** Dispone de cuatro lámparas de señalización (tipo intermitentes) una en cada esquina, que lucen intermitentemente las cuatro cuando actúa una seguridad. También se encienden las dos del lado hacia donde vaya a girar el Robot.



## CARROS CONTENEDORES

Los carros contenedores son los elementos a transportar por los Robots del sistema de transporte robotizado.

El carro contenedor tiene 4 ruedas. Dos de ellas son móviles con trinquete para bloqueo, y las otras dos fijas, para facilitar la maniobrabilidad por parte del personal de los servicios.

Construcción sólida de la parte inferior del contenedor que permita levantarlo por el marco de elevación del robot, cuya longitud es más corta que la del carro contenedor.

El espacio libre disponible para permitir la entrada del Robot debajo del carro contenedor debe de ser de: Alto 350 mm y Ancho 660 mm. Este espacio libre debe abarcar toda la longitud del contenedor sin obstáculo alguno.

Todos los carros contenedores deben incorporar en su cara anterior y posterior las etiquetas con el número de identificación del carro, que coincidirá con el del código de barra.

Disposición de una etiqueta intercambiable, que indique origen y el destino que se le ha dado a dicho carro contenedor.

Cada uno de los carros dispone en su parte inferior de una etiqueta identificativa codificada en código de barras. Su función es la identificación de cada uno de los carros contenedores por parte del sistema, con un servicio de origen y destino.

## PROVEEDORES INTERNOS

Los proveedores internos son los que tienen las estaciones de origen en el Sistema de Transporte Robotizado. Estos proveedores internos tienen estaciones de recogida de carros limpios o llenos, y estaciones de entrega de carros sucios o vacíos, a las cuales llegan los Robots.

Estos servicios origen o proveedores internos son los siguientes:

**Cocina:** Situado en el nivel -1 suministra las cuatro comidas para pacientes (desayuno, almuerzo, merienda y cena). Realiza estos cuatro transportes en horario de 8:00, 12:30, 17:00 y 20:00 horas, durante todo el día. Se transportan 27 contenedores desde este servicio a las plantas de hospitalización y servicios centrales (Urgencias, UMI; Diálisis, Hospital de Día, etc.), con 5.600 ingestas por día. Estos carros realizan una media de 64,2 kilómetros diarios.

**Lencería:** Situado en el nivel -1 suministra ropa limpia a las plantas de hospitalización y servicios a primera hora de la mañana en dos franjas horarias, de 6:00 a 8:00 y de 8:30 a 9:30 horas. La ropa sucia vuelve a través del transporte neumático de ropa sucia, que tiene la tolva de descarga en el propio servicio de Lencería. Se transportan 107 contenedores desde este proveedor interno a todos los servicios del hospital. Estos carros realizan una media de 15,8 kilómetros diarios.

**Almacén de suministro:** Situado en el nivel -1 suministra material fungible general y papelería a las plantas de hospitalización y

servicios durante la noche y madrugada, de 24:00 a 4:30 horas de la mañana. Se transportan 43 contenedores desde el almacén a todos los servicios del hospital, con mercancías que pueden llegar a pesar los 400Kg.. Estos carros realizan una media de 14,6 kilómetros diarios.

**Farmacia:** Situado en el nivel + 2 suministra stock diario y semanal de material farmacéutico durante la mañana, en horario de 10:30 a 12:30, y unidosis de medicamentos por la tarde, desde las 15:30 hasta las 17:00 horas. Se transportan 19 contenedores desde este servicio a las plantas de hospitalización y servicios centrales (Urgencias, Diálisis, Hospital de Día, UMI, etc.). Estos carros realizan una media de 13,2 kilómetros diarios.

**Archivo de historias clínicas:** Situado en el nivel +2 suministra carpetas de historias clínicas durante la tarde en dos franjas horarias, desde las 15:00 a 16:00 horas la subida de los contenedores con las historias clínicas del día siguiente; y desde las 18:00 a 20:00 horas la bajada con las historias clínicas ya utilizadas ese día. Se trasladan 24 contenedores desde este



servicio a las cuatro áreas de consultas externas transportando 2.000 historias clínicas diarias. Estos carros realizan una media de 4 kilómetros diarios.



### CLIENTES DE PLANTA

Los clientes de planta son el destino donde los Robots han de depositar los carros con suministros limpios y recoger los carros vacíos, sucios o con los suministros sobrantes del día anterior.

Existen 34 vestíbulos de destino del transporte robotizado en todo el edificio. Estos vestíbulos están situados frente a los ascensores montacargas dobles que se utilizan para trasladar a los robots.

La distribución de estos ascensores está en las zonas intermedias de las hospitalizaciones, en el pasillo I (entre hospitalización y servicios centrales) y pasillo C (entre servicios centrales y CCEE–Urgencias).

Cada uno de estos vestíbulos tienen estaciones de carga y descarga de los robots, con detectores de presencia, en el techo de la sala, para los contenedores y guías en el suelo para colocar los carros.

### INSTALACIONES DE COMUNICACIÓN

Existen dos redes de comunicación distribuidas por todo el edificio que sirven de apoyo al sistema de Transporte Robotizado. Estas son:

**Red de comunicaciones Profibus:** Es una red con cable bipolar, en forma de anillo que conectan, entre sí y con el ordenador del sistema, los paneles de operaciones de los servicios origen, todas las señales luminosas del sistema, los detectores de presencia de las plazas de carga y descarga, las puertas automáticas de cocina, etc.

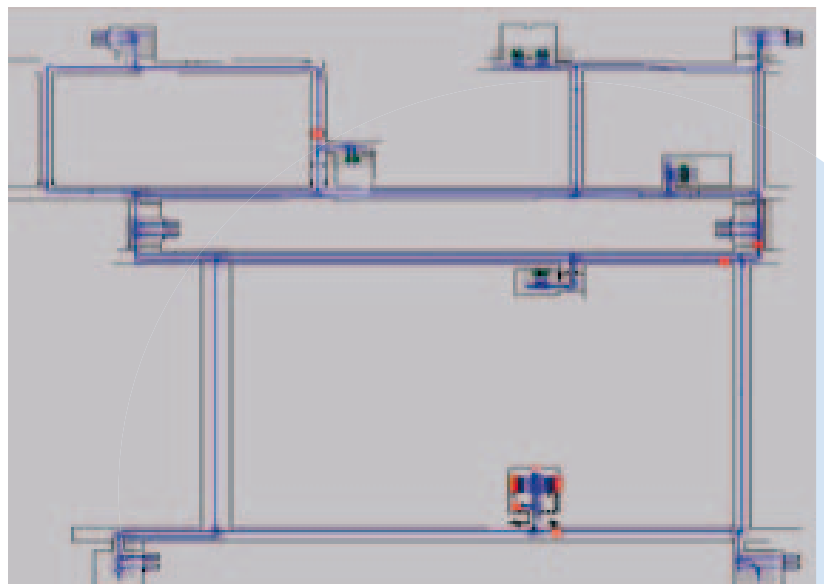
**Red de comunicación Wi-Fi:** Es una red de comunicaciones por Wi-Fi entre el ordenador del sistema y los diez robots. Está formado por 25 antenas estáticas distribuidas por todo el edificio y 10 antenas Wi-Fi situados en los robots.

### PROGRAMA INFORMÁTICO DE GESTIÓN

El sistema informático de gestión es el que dirige, controla y vigila todas las órdenes del transporte robotizado.

Administra todos los pedidos de los servicios origen y destino.

Regula y supervisa el tráfico de los Robots en los circuitos definidos para el paso de los mismos.



Se dispone de varias ventanas para controlar y manejar el sistema informático de gestión, como son: estadísticas, rutas, etc.

## PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Para garantizar la seguridad y capacidad de funcionamiento del Transporte Robotizado es necesario realizar, al sistema y a los robots, el programa de mantenimiento definido por el constructor de los equipos.

Este programa de mantenimiento se compone de cuatro tipos:

Mantenimiento diario de los sistemas de seguridad de todos los robots, para garantizar que no se produzcan incidencias entre los robots y las personas que puedan circular alrededor de ellos.

Revisión semanal del nivel de agua destilada de cada una de las baterías de los bloques de baterías de cada robot.

Revisiones quincenales de cada uno de los robots para controlar las partes esenciales de este equipo y mantener la continuidad del servicio.

Revisiones trimestrales profundas, con parada del robot durante un corto periodo de tiempo, comprobando el funcionamiento efectivo de todos los componentes de cada uno de los robots.

Una revisión anual de todo el sistema de comunicaciones entre el ordenador y los robots, por parte de la empresa de estos equipos, con el fin de garantizar la continuidad del servicio durante el año. También se realiza una revisión anual, por parte de los técnicos alemanes de la casa, a los Robots y a todo el sistema completo.

## PERSONAL DE MANTENIMIENTO

Para realizar este programa de mantenimiento y controlar todo el sistema de transporte robotizado se ha creado un equipo formado por el siguiente personal:

Un ingeniero técnico responsable de todo el Transporte Robotizado y un jefe de equipo que supervisa todo el sistema y al personal.

7 electricistas con estudios de FP 2 en la rama de electricidad-electrónica para el mantenimiento durante 24 horas de los robots y de todas las

incidencias que pudieran aparecer en este tiempo.

Contrato con el proveedor del sistema para tener un técnico de la casa, que trabaje en el hospital durante la semana en turno de mañana y tarde, y dé respuesta telefónica durante las 24 horas para solucionar las averías que nuestro personal no pueda reparar.

## COMPARATIVO ROBOTS-PERSONAL

El hospital definió un volumen de mercancías a transportar entre los servicios y las plantas que fue de 220 carros.

Con este dato se calculó las necesidades de robots y de personal para trasladarlos, utilizando los mismos recorridos, ascensores y número de viajes, pero variando la velocidad de transporte.

De esta forma se concluyó que para transportar los 220 contenedores era necesario el disponer de diez robots operativos durante 24 horas.

Estos mismos cálculos, pero variando la velocidad, nos dan que son necesario 42 personas, trabajando en turnos de 24 horas para trasladar este volumen de mercancías.

Con estos datos realizamos una comparación entre el coste del sistema de Transporte Robotizado y el de la contratación de 42 personas.

Para valorar el Transporte Robotizado le añadimos el mantenimiento del sistema y lo estudiamos durante tres años, considerando la subida de precios anuales.

Este mismo procedimiento lo efectuamos para las 42 personas necesarias para realizar el transporte a mano.

De este comparativo se obtiene que ha quedado amortizado el coste del equipamiento en tres años con respecto al del coste del personal.

A partir de este momento significa un ahorro económico del 75 % respecto a tener contratado al personal necesario para realizar el transporte a mano.

Aparte de estos datos económicos y de personal, para la decisión de la implantación del Transporte Robotizado, también se tuvo en cuenta los problemas de los largos recorridos, los pesos excesivos a transportar, los problemas de circulación interna, etc.

# La Mejora del Mantenimiento de los Bastidores de Ósmosis Inversa y Mejora de la Conductividad



Jacinto Curbelo Fernández

Jefe de Mantenimiento Mecánico de EMALSA  
Plantas desaladoras Las Palmas I( MSF) y MED  
Las Palmas II (MSF) y Las Palmas III por Ósmosis inversa.

## INTRODUCCIÓN SOBRE EL SISTEMA DE DESALACIÓN POR ÓSMOSIS INVERSA

**L**a desalación de agua por el sistema de ósmosis inversa es un proceso donde, a partir de un agua con un determinado contenido en sales, se obtienen dos flujos de agua, uno con bajo contenido en sales y otro con alto contenido de sales. En este proceso se emplean membranas semipermeables que permiten el paso del agua y no permiten el paso de sales o lo permiten en pequeña proporción.

Para que se produzca el paso de agua a través de la membrana semipermeable es necesario que el agua a desalar, de alimentación, se encuentre a una presión superior a su presión osmótica, para lo que se emplean bombas de alta presión que impulsan esta agua hacia el proceso con membranas.

En el proceso de desalación de agua de mar intervienen tres flujos: uno de entrada o alimentación y dos de salida. De estos dos de salida, uno de ellos posee una concentración de sales inferior al que contenía la alimentación; a este se le denomina agua desalada, producto o permeado. El otro flujo de salida posee una concentración de sales superior al que contenía la alimentación,

por lo que se denomina concentrado, salmuera o rechazo.

Las membranas comerciales que se utilizan son cilíndricas, atravesada centralmente por el tubo de permeado, con superficies útiles entre 300 y 440 pies cuadrados de membrana semipermeable, teniendo unas dimensiones de 8 pulgadas de diámetro nominal y 40 pulgadas de longitud (1 metro).

Estas membranas se colocan dentro de un recipiente cilíndrico, resistente a las altas presiones a las que se realiza el proceso, cuyo diámetro interior se ajusta al de la membrana. A este recipiente se le denomina tubo o caja de presión.

El tubo de presión está provisto en ambos extremos de tapas, resistentes a la presión de trabajo. Las tapas poseen tanto las conexiones a las tuberías exteriores como a las membranas, aunque a veces, algunas conexiones exteriores parten de los extremos del tubo de presión y no de las tapas.

Las conexiones entre las tapas y las membranas se realizan mediante piezas tubulares provistas de juntas tóricas que se acoplan al tubo central de permeado de la membrana.

Así mismo se pueden acoplar dos o más membranas por sus tubos centrales de permeado, mediante piezas tubulares estancas.

Los tubos de presión se fabrican con capacidad para contener desde una membrana hasta ocho membranas acopladas entre ellas.

La capacidad de producción de una membrana está directamente relacionada con su superficie útil (300 ó 440 pies cuadrados). Poniendo más membranas en un mismo tubo se consigue producir más agua permeada, sin aumentar el caudal de alimentación.

Se define como factor de conversión al cociente entre los caudales de agua desalada y de agua de alimentación. Por lo antes mencionado, se puede entender que utilizando tubos de presión con capacidad para más membranas se puede conseguir un mayor factor de conversión; se obtendría un mayor rendimiento del agua de alimentación.

En resumen, a medida que aumenta el número de membranas dentro de un tubo de presión aumenta el factor de conversión, logrando una mayor producción a partir de una cierta cantidad de agua de alimentación.

Aparte de la superficie disponible, la capacidad de producción de agua desalada de una membrana es función directa de la diferencia entre la presión hidráulica del fluido y su presión osmótica.

Por esto, en un tubo de presión con varias membranas, la presión hidráulica del fluido es máxima a la entrada al tubo de presión y va disminuyendo por rozamiento y porque se deriva parte del agua hacia el permeado.

Sin embargo, la presión osmótica de este mismo fluido es mínima a la entrada, y va aumentando debido a que se va concentrando en las sales que deja el agua que ha permeado a través de la membrana. Consecuentemente, la máxima productividad se logra al principio del tubo de presión, para ir disminuyendo a medida que el fluido se desplaza a través de él, o sea, la primera membrana siempre tiene una producción por unidad de superficie superior a las restantes.

Por razones hidráulicas, está limitada la cantidad de agua que se puede introducir en un tubo de presión, por lo que está limitada el agua de alimentación.

Si se quiere tratar una cantidad superior a este límite, se conectan varios tubos de presión iguales en paralelo mediante colectores tanto de alimentación como de concentrado y de producto.

A todo este conjunto de tubos de presión conectados en paralelo mediante conectores se le llama una etapa.

Al igual que el agua de alimentación que se puede introducir en un tubo de presión está limitado a un caudal máximo, el caudal de agua concentrada está limitado a un mínimo, debido a que éste, además de llevar un mayor contenido en sales, tiene que arrastrar y llevarse los sólidos en suspensión que entraron con el agua de alimentación.

Por lo tanto, a lo largo del tubo de presión, a medida que se va produciendo agua permeada, va disminuyendo el caudal en el lado de alimentación –rechazo, siendo necesario diseñar, para que el flujo de concentrado nunca llegue a ser tan bajo, que pase de tipo turbulento a tipo laminar, a no ser que el agua de alimentación carezca de sólidos en suspensión. El límite inferior de caudal de concentrado por tubo de presión estará en función del contenido en sólidos en suspensión del agua de alimentación. Esto no sólo depende de la calidad del agua bruta sino de la calidad del pre tratamiento de la instalación desaladora.

Debido a lo anteriormente expuesto es por lo que no existen tubos de presión con mayor capacidad que para 8 membranas.

Sin embargo, cuando con una etapa, el agua concentrada aún es apta para producir más agua desalada, debido a su contenido en sales, es necesario añadir otra etapa, consistente en otros tubos de presión conectados en paralelo mediante colectores.

Dicho de otra forma, para aumentar el factor de conversión de una planta, aparte de insertar mayor número de membranas por tubo de presión, existe la solución de configurar la planta en varias etapas. Esto es, el rechazo de una etapa sería la alimentación de otra etapa, constituyendo la configuración de dos etapas.



## AVERÍAS PRODUCIDAS EN LOS BASTIDORES DE ÓSMOSIS INVERSA

La mayoría de las paradas de los grupos de alta presión, que alimenta a los bastidores, es a consecuencia de la rotura de los conectores de unión de tapas con membranas y conectores entre membranas.

Las estadísticas de averías producidas por estas roturas son las siguientes:

- 95% en los conectores de tapas a las membranas, principalmente a la entrada del agua de alimentación, en el caso de los bastidores de dos etapas con bomba booster que alimenta una segunda etapa sería: 70% en la segunda etapa y un 25% en la primera etapa.
- 5% en los conectores entre membranas.

Estas roturas producen la contaminación del permeado (producto) o la presurización por alta presión de los tubos de recogida del permeado, produciéndose la rotura de estos al ser de P.V.C o PP.

Todas las averías o roturas en los conectores de tapa han sido en las cajas de las juntas tóricas, principalmente en la segunda.

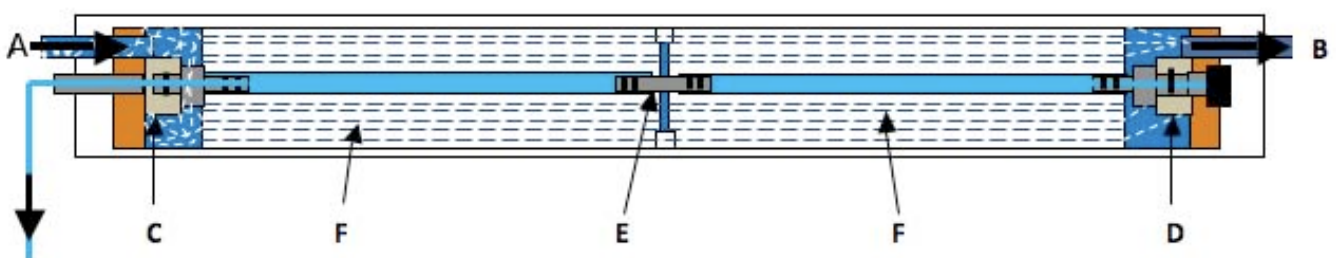
## ¿POR QUÉ SE PRODUCE ESTO?

El agua de mar procedente de los filtros de pre-capa y seguridad va a las turbo bombas de alta presión que la eleva a unos 60 kgm/cm<sup>2</sup> aproximadamente y entra en los tubos portamembranas por (A), con régimen turbulento, por lo que origina la rotura de los conectores de tapa actualmente instalados, por un exceso de vibraciones, principalmente en la segunda cajera donde van los o-rings o juntas tóricas.

El agua de mar filtrada al pasar a través de las membranas, pasa a régimen laminar (F), por lo que las roturas de los conectores de membranas (E), se averían poco, un 5% aproximadamente. A medida que se va produciendo agua permeada, va disminuyendo el caudal en el lado de alimentación, rechazo o salmuera.

La salida de la salmuera del tubo de presión se realiza en (B), y en régimen laminar. El conector de tapa es el estándar.

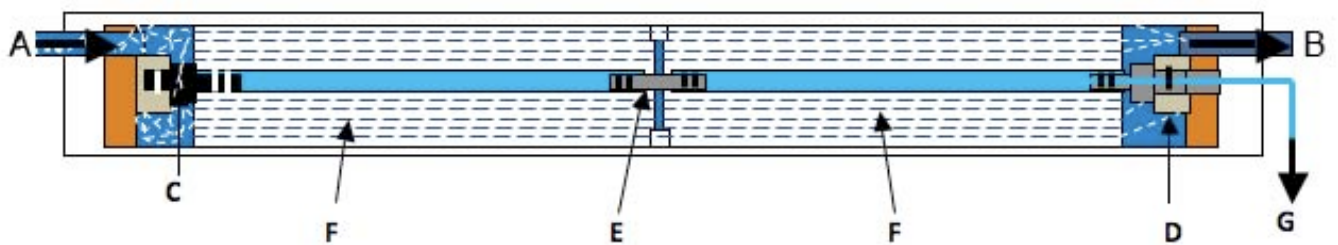
En todas las instalaciones realizadas en los bastidores, las empresas de ingeniería (por diseño, ahorro en materiales, etc.) colocan la salida del producto o permeado por la zona de la entrada del agua de mar que viene de las turbo bombas o booster, si tiene una 2ª etapa.



A	ENTRADA AGUA DE MAR FILTRADA PROCEDENTE DE LA TURBOBOMBA
B	SALIDA SALMUERA 1ª ETAPA
C	CONECTOR DE TAPA TELESCOPICO CON PASO SALIDA DE PERMEADO
D	CONECTOR DE TAPA NORMAL TELESCOPICO CON TAPON DE PVC
E	INTERCONECTOR DE MEMBRANAS
F	MEMBRANAS ( SEIS UNIDADES POR TUBO)
G	SALIDA DEL PRODUCTO O PERMEADO

La solución ideada fue colocar CONECTORES CIEGOS EN PVC, por la zona donde entra el agua de mar filtrada, o la salmuera en el caso de bastidores de 2 etapas, ya que estos son más resistentes. Se idearon con el único fin de evitar las averías producidas por las roturas.

Aparte de esto, nos llevamos la sorpresa de que mejoraba considerablemente la calidad del permeado. Para poder realizar el cambio de los conectores estándar por conectores ciegos, se tuvo que trasladar la salida del agua producto o permeado a la parte posterior de los tubos de presión.



A	ENTRADA AGUA DE MAR FILTRADA PROCEDENTE DE LA TURBOBOMBA
B	SALIDA SALMUERA 1ª ETAPA
C	CONECTOR DE TAPA CIEGO
D	CONECTOR DE TAPA TELESCOPICO CON PASO SALIDA DE PERMEADO
E	INTERCONECTOR DE MEMBRANAS
F	MEMBRANAS ( SEIS UNIDADES POR TUBO)
G	SALIDA DEL PRODUCTO O PERMEADO

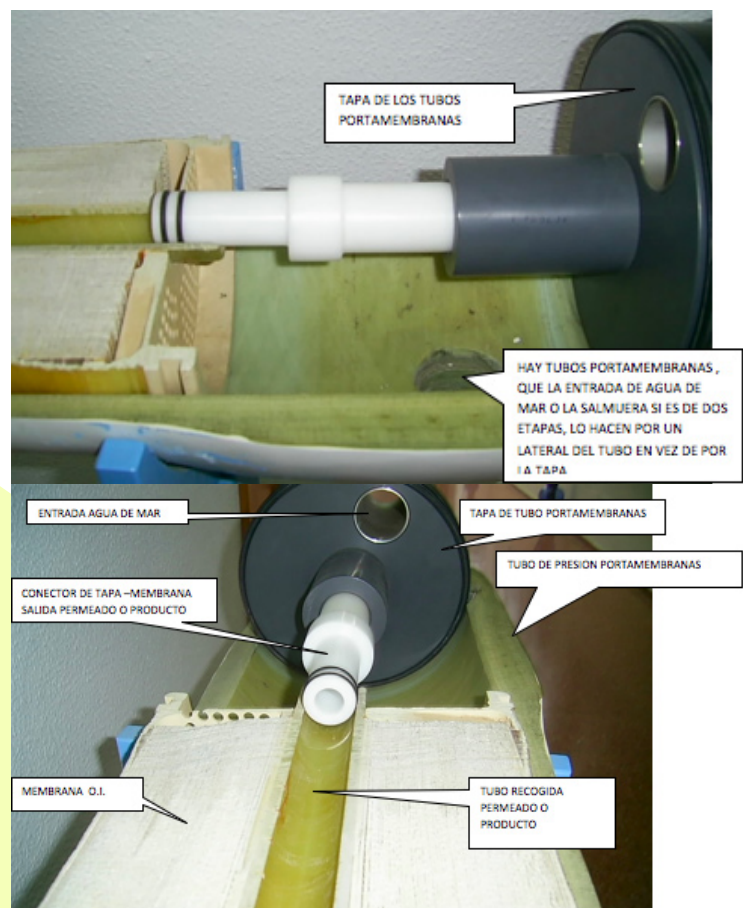
Esto lo hemos realizado en los bastidores con dos etapas (ver esquema de la segunda etapa). En A, que sería la entrada de la salmuera que proviene de la 1ª etapa, normalmente se coloca una bomba booster para aumentar la presión de entrada a esta segunda etapa.

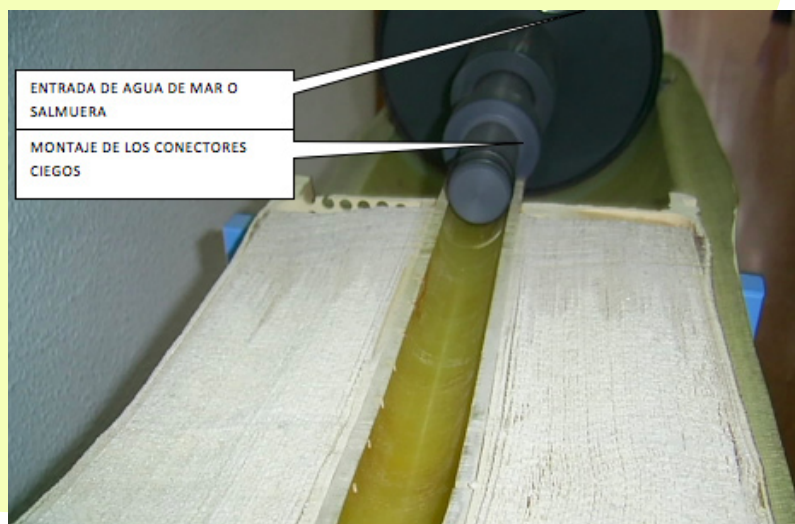
Los resultados obtenidos han sido óptimos: reducción casi total de las roturas de los conectores y mejora de la conductividad general del bastidor.

En un principio, la idea no creó mucho entusiasmo, pero el jefe de Plantas D. Manuel González, actualmente jubilado, tomó la decisión de autorizar las modificaciones, verificándose inmediatamente los resultados previstos en la evitación de las roturas y la sorpresa de la mejora de la conductividad.

Actualmente muchas empresas han tomado esta solución.

Foto: SECCIÓN TUBO PORTAMEMBRANAS CON CONECTOR DE TAPA





*Foto: CONECTORES CIEGOS FABRICADOS EN TALLERES LOCALES EN PVC*



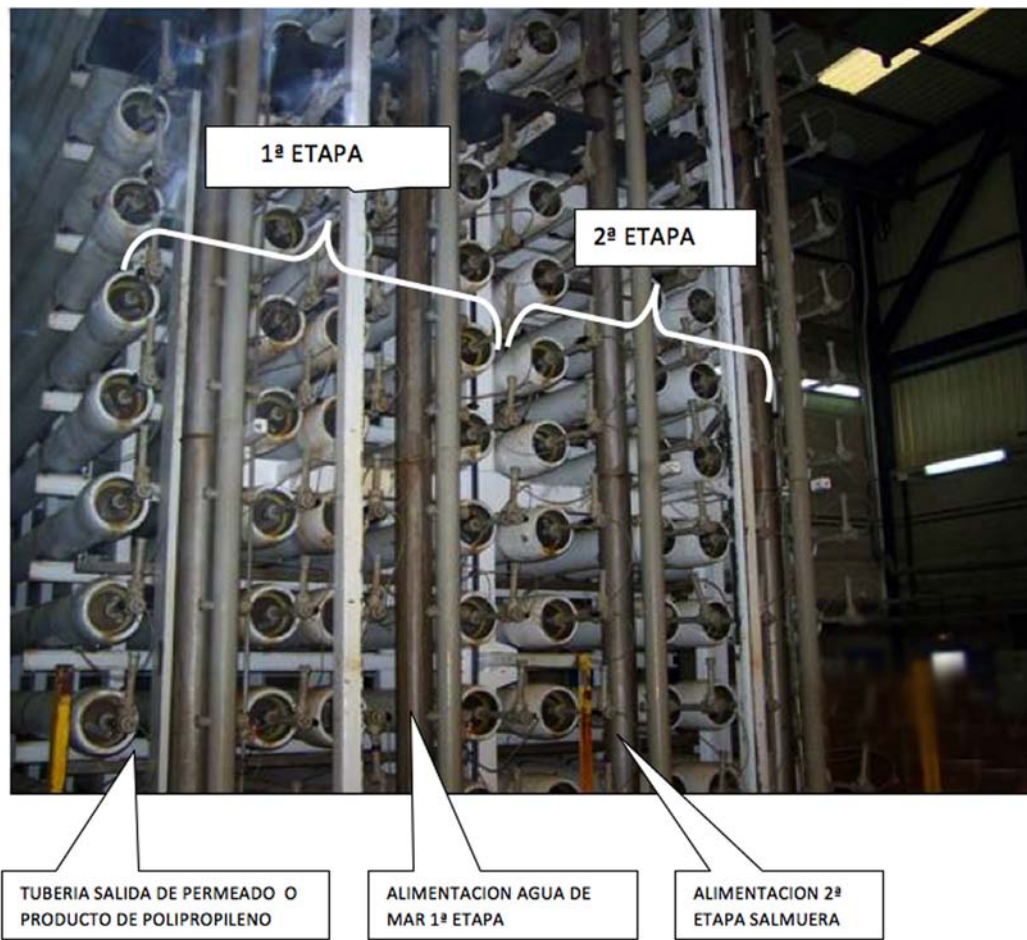


Foto: MODIFICACIONES Y COLOCACION DE LOS CONECTORES CIEGOS



Foto: CONECTORES CIEGOS INSTALADOS Y SEÑALADOS CON COLOR AMARILLO LA TUBERIA DE PERMEADO O PRODUCTO SE TRASLADO A LA PARTE PORTERIOR



TRASLADO DE LA TUBERIA DE PERMEADO A LA PARTE PORTERIOR DEL BASTIDOR, CON TUBERIA DE PVC.

El bastidor I tiene una producción media de 8.500 m<sup>3</sup> y la calidad del agua producto o permeado es de 425  $\mu$ siemens/cm

En resumen, con la instalación de estos conectores ciegos, se ha conseguido una alta fiabilidad en el funcionamiento y mejora de la calidad de permeado, reduciéndose considerablemente las actuaciones en los mismos con el consiguiente ahorro en materiales y horas de trabajo de mantenimiento.

# El Mantenimiento en la Hostelería Actual

## Retos Actuales, Desafíos Futuros



Luis Fernández Alberti

Jefe de Instalaciones del Hotel Gloria Palace Amadores

En la explotación Hostelera actual, cobra cada vez mayor importancia, un cambio profundo en la forma de trabajar de los servicios de mantenimiento que traiga como resultado la adecuación del mismo a los nuevos retos que impone la Hostelería moderna. El tradicional servicio técnico debe ir desapareciendo gradualmente para dar paso a un equipo de trabajo, que continúe siendo competente en la resolución de problemas técnicos y averías diarias, fundamentalmente de cara a la atención de los clientes y servicios esenciales en un hotel. Pero además, debe incorporar a su estilo nuevos conceptos y mejoras en procesos de trabajo que traigan como objetivo final su reconversión a un equipo multidisciplinar capaz de entender, aportar soluciones y ejecutar acciones económicas, comerciales, docentes, etcétera; que redundarán en importantes beneficios económicos y de imagen para la empresa donde desarrollen sus funciones, así como, un estado de satisfacción personal importante por formar parte de un equipo capaz, moderno y eficaz.

Actualmente, en tiempos económicos difíciles y de incertidumbre social, parece una auténtica utopía referirse a algunos términos planteados en el párrafo anterior ¿acciones económicas, docentes y comerciales?. La realidad está demostrando a pasos agigantados que las compañías hosteleras que quieran sobrevivir en el sector, y sobre todo mantener un futuro estable y de crecimiento, han de emprender acciones nuevas y en algunos casos atrevidas, **en la búsqueda de ese concepto conocido por muchos y alcanzado por muy pocos:**

### EXCELENCIA EN LA GESTIÓN

La compañía Gloria Palace Thalasso & Hotel, consciente de los desafíos actuales, ha emprendido un proceso de profundo cambio y renovación de su gestión, que afecta desde los cargos de mayor responsabilidad de la empresa (consejo de administración y comité de dirección) hasta los empleados de manera individual. El objetivo principal de este artículo es, desde la perspectiva de estos cambios, ofrecer una visión de lo que humildemente, y desde la experiencia que hemos ido adquiriendo, pueden y deben aportar los servicios de mantenimiento dentro de esta nueva filosofía de trabajo.

En primer lugar, para tener una visión global de los objetivos de la empresa, se estudiaron y se definieron 5 ÁREAS CLAVES DE TRABAJO:

1. INGRESOS Y GASTOS
2. ÍNDICE DE SATISFACCIÓN DE CLIENTE EXTERNO
3. ÍNDICE DE SATISFACCIÓN DE CLIENTES INTERNOS
4. FORMACIÓN DEL PERSONAL
5. RELACIONES INTERDEPARTAMENTALES.

Alrededor de estas áreas claves de trabajo se ha ido desarrollando un sistema de trabajo, encabezado y dirigido por la dirección del hotel, **y ejecutado y mejorado por los Jefes de cada uno de los departamentos.** Este último punto

es uno de los definidos como estratégicos por la compañía para alcanzar sus objetivos. **El Jefe de un Departamento**, por su posición de mando intermedio, pasa a jugar un papel clave en la GESTIÓN y ejecución de los planes de acción correspondientes, para alcanzar los objetivos trazados por la dirección y el comité de dirección.

Aquí tenemos una de las ideas principales de esta nueva filosofía de trabajo: El Jefe del Departamento, ha de tener como objetivo principal convertirse, además del responsable del control de su departamento, en un auténtico Gestor del mismo: control y gestión de ingresos y gastos, cumplimiento de índices de satisfacción de clientes externos e internos, preocupación y ocupación sobre la formación de su personal y la suya propia, entendiendo que sin una adecuada preparación y motivación de su equipo será muy difícil, por no decir imposible, lograr objetivos importantes en la gestión.

## EL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y LAS 5 ÁREAS CLAVES

### 1- INGRESOS Y GASTOS: “El Santo Grial de un Gestor de Servicios Técnicos”

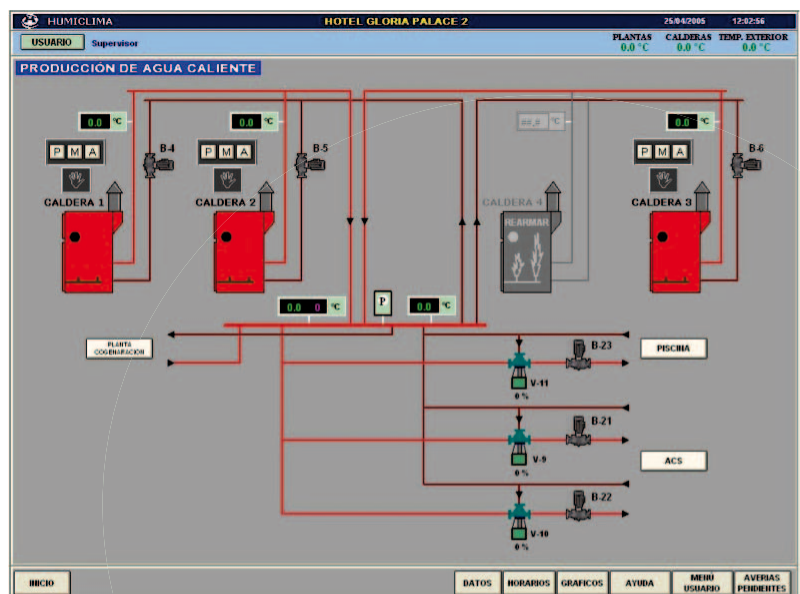
Como es comúnmente conocido por todos, el departamento de servicios técnicos no genera ingresos a una compañía hostelera de manera directa, pero, me atrevo a definir, que **tiene como obligación principal, convertirse en el primer “escudo protector” de un Hotel en cuanto a la contención del gasto se refiere.** Por ejemplo, en una cuenta de explotación hostelera, los gastos energéticos (agua, electricidad, gas, etc.) alcanzan normalmente entre un 6% a un 7% del total de gastos.

Los Jefes de Departamentos de Servicios Técnicos han de llegar a convertirse en gestores energéticos de sus instalaciones; en gestores de recursos humanos, capaces de optimizar el tiempo de su personal, conociendo a fondo al personal que dirigen, interesándose por ellos y no sólo desde el punto de vista del cumplimiento de sus obligaciones sino, dar un paso más allá en lo que muchas empresas modernas ya empiezan a conocer y aplicar: **la gestión emocional en las relaciones laborales.**

### Herramientas, métodos de control y sistemas de trabajo:

Para lograr una óptima gestión económica que contribuya a mantener una cuenta de explotación equilibrada, nosotros consideramos que hay que establecer una serie de acciones y técnicas de control que permitan una visión diaria del estado energético de tu instalación. En primer lugar, el control diario de los gastos energéticos principales, a través de las lecturas diarias de contadores instalados en el hotel, en nuestro caso particular, a través de una ronda de inspección visual diaria, hemos implicado a los oficiales del servicio técnico que tenemos en nuestra plantilla en la ejecución de estas acciones. Del posterior procesamiento informático de estos datos, se llegan a conclusiones sobre los gastos diarios, cumplimiento y optimización de presupuestos aprobados a principio de año con la dirección de la compañía, y la más importante, ejecución de acciones en el caso de desviaciones anormales de los datos obtenidos.

Como ejemplo de una segunda línea de trabajo, el servicio técnico ha de contar con sistemas de control centralizados y automatizados de dos principales consumidores de recursos energéticos de un hotel: el Sistema de Climatización de Aire y el Sistema de Calentamiento de Agua Caliente Sanitaria y de piscinas de clientes. La importancia de esta herramienta de control está en estos momentos más que justificada. Según datos publicados en el MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS HOTELES DE CANARIAS (Proyecto subvencionado por la Consejería de Turismo del Gobierno de Canarias y la Confederación Española de Hoteles y



Alojamientos Turísticos): “La instalación de un sistema de control de climatización integrado en un hotel podría ahorrar entre un 20% y un 30% de energía, por lo que los propietarios del hotel pueden ver amortizada la inversión en dos o tres años”.

**Sistemas de Mantenimientos preventivos:** En el nuevo proceso modernizador, un objetivo principal del servicio técnico ha de ser abandonar la absurda e ineficiente práctica del mantenimiento correctivo como razón de ser. Si bien es cierto que en una instalación tan compleja como un hotel, el mantenimiento correctivo diario seguirá existiendo dado el nivel de desgaste que sufren las instalaciones, sobre todo en hoteles con un índice de ocupación medio-alto durante todo el año, el pasar al sistema de mantenimiento preventivo planificado ofrece una serie de ventajas desde todos ángulos de análisis posible:

- Reducción de Gastos de Operación: Un buen sistema de mantenimiento preventivo debe contribuir a alargar la vida útil de los activos con los que cuenta el hotel, detectando la aparición de defectos que en su etapa inicial pueden ser fácilmente eliminados. En caso contrario, se convertirían en averías graves que suponen en muchos casos el daño irreparable en una máquina, equipo o instalación, con el consiguiente aumento de gastos que eso conlleva en unos casos, y la insatisfacción del cliente que produce, en la mayoría de las ocasiones.

En el caso particular de la compañía Gloria Palace Thalasso & Hotel se ha optado por incorporar a su proceso de mantenimiento, un sistema de mantenimiento preventivo asistido por ordenador, conocido técnicamente por sus siglas (GMAO).

Dicho sistema basado en bases de datos, prediseñadas para cubrir nuestras necesidades, implica en su funcionamiento a todos los departamentos del hotel, los que se convierten en peticionarios de trabajos. El servicio técnico recibe estas peticiones y las convierte en órdenes de trabajo que se ejecutan por los operarios asignados para tal fin.

El sistema permite la planificación del trabajo de mantenimiento preventivo a través de normas y gamas de mantenimiento que son perfectamente planificadas y controladas por este sistema. En próximos artículos se trataría más en detalle el desarrollo de este tipo de sistemas y su influencia en la reducción de gastos de explotación.

**2- ÍNDICE DE SATISFACCIÓN DE CLIENTES EXTERNOS:** “Sin Clientes satisfechos, no tenemos razón de existir”.

El alto nivel de competencia en el sector obliga a las empresas hosteleras hoy en día a establecer, como una prioridad básica de su funcionamiento, la satisfacción de sus clientes externos. Gloria Palace Thalasso & Hotel ha decidido en este punto ser rigurosamente objetiva y muy exigente estableciendo un programa de FIDELIZACIÓN DE CLIENTES. Para los lectores no implicados directamente en el sector hostelero, ofrecerles un dato revelador según palabras de un importante ejecutivo de una de las mayores compañías hosteleras de España: “FIDELIZAR UN CLIENTE ME CUESTA 26 VECES MENOS QUE CAPTAR UNO NUEVO”. **La Fidelización de clientes es un área estratégica de supervivencia de una compañía hostelera a medio-largo plazo.** Para cumplir este ambicioso objetivo se han establecido índices de satisfacción de clientes tanto a nivel del hotel en general, como de cada departamento de manera individual. Dichos índices son seguidos de manera semanal a través de las encuestas de clientes, dirigidas desde el departamento de fidelización de clientes. De la recopilación, análisis y comparación de resultados se establecen planes de acción semanales que buscan en todo momento SATISFACER LOS COMENTARIOS EXPRESADOS POR LOS CLIENTES DE MANERA INDIVIDUAL Y PERSONALIZADA.

Desde la perspectiva del servicio técnico, no debemos llamarnos a engaños, un plan de acción elaborado desde los resultados obtenidos en una semana concreta, **ayuda a trabajar la atención a clientes concretos (una vez que los clientes han detectado las deficiencias y detalles que no son de su agrado). Trabajar en el índice de satisfacción de clientes de manera previsor (antes de que el cliente lo perciba)** es, desde el punto de vista de una buena gestión, la clave para el cumplimiento de estos índices. Es aquí donde sistemas como el mantenimiento preventivo, empieza a tener una importancia básica en la búsqueda de la excelencia en la gestión: revisar una habitación antes de ser ocupada, asistir a una avería conociendo y tratando al cliente por su nombre, preguntar después de reparar una avería si hay algo más que le molesta al cliente.; son pequeños detalles que incorporados al sistema de trabajo de los servicios técnicos, contribuirán a la elevación de los índices de satisfacción de la razón de ser principal de la empresa: EL CLIENTE.



### 3- ÍNDICE DE SATISFACCIÓN DE CLIENTE

**INTERNO:** “Sin Trabajadores motivados, y satisfechos de pertenecer a la empresa poco o nada podrá avanzarse”.

En el mundo empresarial actual, cobra cada vez más importancia saber y conocer el estado de satisfacción general del empleado en la empresa. Un empleado insatisfecho, que considera que sólo es un número, un contrato que tiene fecha de caducidad, no se implicará en el desarrollo de su trabajo, ni aportará las ideas y conocimientos que pueda tener si no se siente escuchado y atendido por sus jefes a todos los niveles (desde el jefe de departamento hasta el director). En nuestra compañía, la puesta en práctica de la acción de conocer el estado de satisfacción de nuestros empleados recibe el mismo tratamiento e importancia que el conocer el estado de satisfacción de nuestros clientes. Con una frecuencia trimestral, se realizan encuestas anónimas entre la totalidad de empleados de la empresa. A través de ellas se obtienen una serie de resultados que, en reuniones posteriores, se discuten con la totalidad de la plantilla llegando a adquirir con ellos otro de los puntos interesantes e innovadores de este proceso, **los compromisos**. Aunque hasta aquí no se había mencionado, el hecho de adquirir compromisos sobre acciones concretas, con fechas de cumplimiento, y responsables de ejecutarlos, obliga a los responsables de los mismos a aumentar su nivel de exigencia y disciplina para poder cumplirlos rigurosamente.

Para un Gestor de Servicios Técnicos, es una herramienta indispensable, el conocimiento exacto del estado del departamento. Esta herramienta también ha demostrado su utilidad en la detección de otras necesidades del personal (necesidades de formación, cambio en las actitudes y las formas de ejercer la autoridad, motivación para mejorar las relaciones entre el personal del mismo departamento y con los otros departamentos, etcétera).

**4- FORMACIÓN DEL PERSONAL:** “Un equipo humano de trabajo, motivado y formado es indispensable para alcanzar la excelencia”.

Los continuos cambios que se producen en el área tecnológica actual, unida a la incesante necesidad de ofrecer nuevas posibilidades en el confort y los servicios prestados a los clientes, hacen que la formación ocupe cada vez más un

lugar destacado en el desarrollo de las empresas. Ya no es suficiente la formación académica o profesional que un empleado en particular pueda tener. Partiendo de la base humana y lógica de que las personas no son todas exactamente iguales y tampoco han recibido iguales oportunidades de aprendizaje, aplicar el **principio de formación continua y el conocimiento compartido** es fundamental para la creación de un equipo de mantenimiento eficaz, autónomo y potente.

En Gloria Palace Thalasso and Hotel estamos obteniendo resultados alentadores en esta área que realmente ha partido desde cero. Decenas de acciones formativas han sido llevadas a cabo, organizadas tanto desde el departamento de formación y desarrollo de recursos humanos, hasta por propia iniciativa de los jefes de departamento. El departamento de servicios técnicos tiene enormes posibilidades en cuanto a formación se refiere. En primer lugar los jefes de servicios técnicos, tanto de hoteles como de compañías, son generalmente personas con conocimientos técnicos y experiencia profesional en sus áreas bastante amplios. Apoyados por la dirección de recursos humanos en cuanto a lo que se denomina “formación para formar”, pueden convertirse en formadores cualificados y obtener resultados más que aceptables en el desarrollo de su departamento o de otros en concreto. Ser los primeros en compartir el conocimiento adquirido personalmente con el resto de operarios, motivar a los demás a compartir el suyo, despertar la curiosidad por alcanzar nuevos niveles de desarrollo técnico es, seguramente, una de las actividades que más satisfacción y mejoras de la gestión pueden lograrse en este proceso.

### 5- RELACIONES INTERDEPARTAMENTALES:

“Todos formamos parte de un todo. El éxito de unos será, al final, el éxito de todos”.

Para un cliente, la estancia agradable en un hotel y sobre todo **“las ganas de volver”** son el resultado final de una serie de acciones llevadas a cabo en conjunto por todos los departamentos de una compañía hostelera sin excepciones. Por mucho interés y profesionalidad que se alcance en un departamento individual, los grandes resultados (LA EXCELENCIA) serán imposibles de lograr sin el trabajo en conjunto, casi de “maquinaria de relojería” del resto de departamentos. Para mejorar el trabajo se hace necesario desarrollar, mejorar y actualizar las relaciones interdepartamentales.

Estas pasan, a mi entender, en primer lugar por el convencimiento absoluto de la totalidad de los jefes de departamento, en el sistema de trabajo y la filosofía de la empresa, en comprender y aplicar los principios que se han establecido como directrices generales (en nuestro caso las 5 áreas claves), **en compartir los conocimientos individuales** con los demás jefes en aquellas áreas que necesitan apoyo, y en solicitar ayuda en aquellas áreas que deban mejorar. Todo esto debe hacerse basado en los métodos de gestión y control establecidos: a través de reuniones, periódicas y prácticas; entre jefes de departamentos, discutir honesta y sinceramente problemas y dificultades; llegar acuerdos y compromisos; y proceder de manera rigurosa y sincera a su cumplimiento.

En este caso, el servicio técnico cumple también funciones importantes y decisivas, no sólo como apoyo en la asistencia técnica, reparación y conservación de activos y equipos de los clientes y los demás departamentos. Deberá convertirse además en un formador en aspectos importantes como: el uso correcto de la maquinaria; en divulgar, cumplir y hacer cumplir medidas de seguridad e higiene, tanto legales como internas; colaborar a crear un buen ambiente de trabajo, exigiendo la implicación de los departamentos en el uso y mantenimiento de la maquinaria y equipos, desterrando para siempre la “eterna pelea” de: **“Servicio Técnico no arregla nada, resto del mundo no cuida nada”**.

Para un Servicio Técnico, desarrollar y participar en esta área, puede traer importantes beneficios, inmediatos y con vistas al futuro. Por ejemplo, una idea que podría discutirse en aquellas empresas que han alcanzado altos niveles de modernización en su gestión, relacionada con el servicio de mantenimiento y el resto de los departamentos, sería pasar de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo bien establecido al más alto de los niveles de mantenimiento posible en el mundo moderno: **el Mantenimiento Predictivo Total**. Para llegar a este nivel (sólo alcanzable hasta donde conocemos, por empresas líderes mundiales en sus sectores, fundamentalmente japonesas) se hace necesario primero un profundo cambio de mentalidad, que sólo sería posible lograr a través de unas sólidas relaciones interdepartamentales.

## CONCLUSIONES FINALES

El mundo de la hostelería actual tiene ante sí enormes retos. Enfrentarlos desde una perspectiva moderna que tenga en cuenta infinidad de factores (económicos, comerciales, técnicos, legales y humanos) es un hecho ineludible para las empresas que, como Gloria Palace Thalasso & Hotel han emprendido el largo, duro y reconfortante camino de la EXCELENCIA. Dentro de ella el servicio técnico ha tenido y tendrá un papel fundamental ahora y en el futuro.

## BIBLIOGRAFÍA

Manual de Buenas Prácticas para la Mejora de la Eficiencia Energética de los Hoteles de Canarias. Proyecto Subvencionado por la Consejería de Turismo del Gobierno de Canarias

# Mantenimiento en la Obra Pública: Implantación de un Servicio de Reparación de Maquinaria



Jorge Rey Blázquez

Responsable de Producción de Áridos  
y Morteros, Responsable del Taller de  
Reparación de Maquinaria y Responsable de  
Nuevos Proyectos Industriales

Félix Santiago Melián, S.L.

Sé que en los tiempos en que estamos es difícil hablar de inversiones y de compra de equipos, pero la verdad es que podríamos decir que la inversión pierde su concepto real cuando hablamos de “inversión” en el mantenimiento. Podría particularizar para la obra pública que es en el sector que trabajo, pero realmente es una realidad palpable en cualquier sector y actividad. El mantenimiento es necesario y es una realidad que el mantenimiento ahorra dinero.

## El sector de la obra pública

El sector de la obra pública se enfrenta a una serie de inconvenientes que son comunes con otros sectores, como puede ser la parada de máquinas o los plazos de entrega, pero hay otra serie de inconvenientes que podríamos decir que son bastante específicos. Entre estos podemos enumerar la falta de una tradición en el mantenimiento, los vicios adquiridos del “parche y camina” y, sobre todo y muy importante, las condiciones de trabajo.

Existen sectores en los que una falta de mantenimiento es impensable por la responsabilidad que acarrea los efectos de un fallo, por lo que tienen una política muy arraigada de mantenimiento. Por contra, hay sectores como el de la obra pública que viene de una tradición de resolver los problemas según van surgiendo y en el que nunca hay tiempo para hacer mantenimiento. Existe una gran rotación de personal y además éste tiene falta de formación y experiencia en mantenimiento. Otro inconveniente es la deslocalización geográfica

con el taller, que obliga a tener un taller móvil para realizar las intervenciones fuera del mismo.

En la obra pública existe el problema de que muchas máquinas son exclusivas para ciertos trabajos y que no es rentable tener máquinas de sustitución. Se suele tener trabajo para el 100% del tiempo disponible de máquina, lo que implica que cualquier avería imprevista ocasione un gran trastorno y una mala imagen con el cliente. De ahí que muchas de estas averías se resuelvan sobre la marcha con los famosos “parches”. A todo esto sumen ustedes la falta de documentación histórica de los trabajos realizados en las máquinas. Resultado: una máquina que funciona, SI, pero no sabemos ni cómo ni por qué.

Esta es la realidad que ya, a día de hoy, no creo que se dé en ninguna empresa, pero que no hace mucho tiempo se daba y en muchas.

La pregunta es qué se está haciendo hoy en día que permita que el rendimiento de las máquinas sea mayor, su rentabilidad superior y su disponibilidad casi total. La respuesta es compleja pero evidente: Mantenimiento Preventivo.

Es curioso, pero con la única acción, por parte de los responsables de cada máquina, de registrar los trabajos y chequear el mantenimiento recomendado por el fabricante, sólo con eso, se es capaz de empezar a tomar decisiones y poder hacer programaciones de parada de máquina sin que afecten a los tiempos de ejecución de los trabajos.

Pero una cosa tan fácil y sencilla aparentemente, se hace difícil y complicada cuando entras a cambiar rutinas y formas de trabajar de la gente.

Es duro y bastante desmoralizante ver a gente responsable de maquinaria, con las aptitudes suficientes como para realizar estas tareas sin mucho esfuerzo, que el solo hecho de cambiar sus costumbres supone una ardua tarea (ya que las costumbres y vicios adquiridos son lo más complicado de corregir).

Todo esto se puede solucionar generando una jerarquía de trabajo en la que se responsabilice a cada estamento, de los trabajos específicos de cada uno. Con ello lograremos una mayor implicación del personal en sus funciones. Además puede dar una motivación extra al trabajador, ya que se sentirá más implicado y notará que su trabajo es valorado y tomado en cuenta.

### ¿Cómo podemos establecer esta jerarquía?

En la obra pública deben de existir los siguientes estamentos:

1. Conductor o maquinista.
2. Taller de reparación.
3. Encargado.

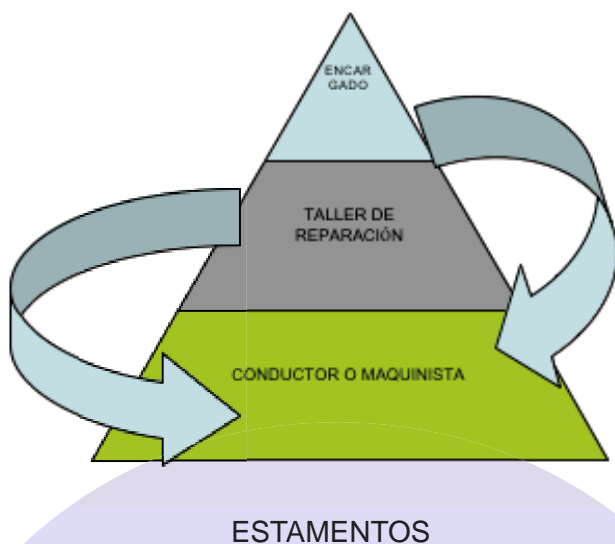


GRÁFICO I

Estos estamentos formarán lo que podemos llamar “Servicio de reparación de maquinaria”.

### ¿Cuál es su misión?

Llevar a cabo sobre las máquinas aquellas tareas que permitan mantenerlas en servicio de

manera permanente y eficaz.

#### Misiones del conductor o maquinista:

- Limpieza.
- Puesta en servicio (Repostar, verificar niveles y presiones).
- Engrase.
- Conservación herramienta, equipos y documentación.
- Revisiones periódicas y colaboración en las del taller.
- Reparaciones de urgencia con autorización.

El conductor o maquinista tiene que ser la base de la pirámide sobre la cual se va a cimentar toda la política de mantenimiento y es la persona que va a hacer posible que se logren los objetivos. Sin la implicación del mismo es imposible tener éxito, y lógicamente no se logrará mantener la máquina en servicio. Es necesario e imprescindible que “sienta los colores”, porque si no se transforma en un simple mercenario que lo único que le motiva es la remuneración económica. Esto implica que no realizará las tareas de forma eficiente y siempre se buscará prolongar los trabajos. Es muy importante que las misiones encomendadas en este estamento se realicen, y que el responsable de realizarlas comunique cualquier incidencia que encuentre, por pequeña que sea, ya que es él el que está en la máquina y conoce cómo funciona y toda su experiencia es un grado. El no avisar o no denunciar cualquier incidencia derivará en una futura avería que dejará fuera de uso la máquina, y como siempre, en el peor momento, con la repercusión económica que esto supone.

Pero, para lograr que esto sea así, es fundamental dar una formación y que el maquinista sepa cómo ha de hacer las cosas correctamente. Por ejemplo: cantidad necesaria en el engrase, forma de ejecutar el mismo para evitar que entre suciedad, es decir, unas pautas de buenas prácticas en la lubricación y engrase de las máquinas.

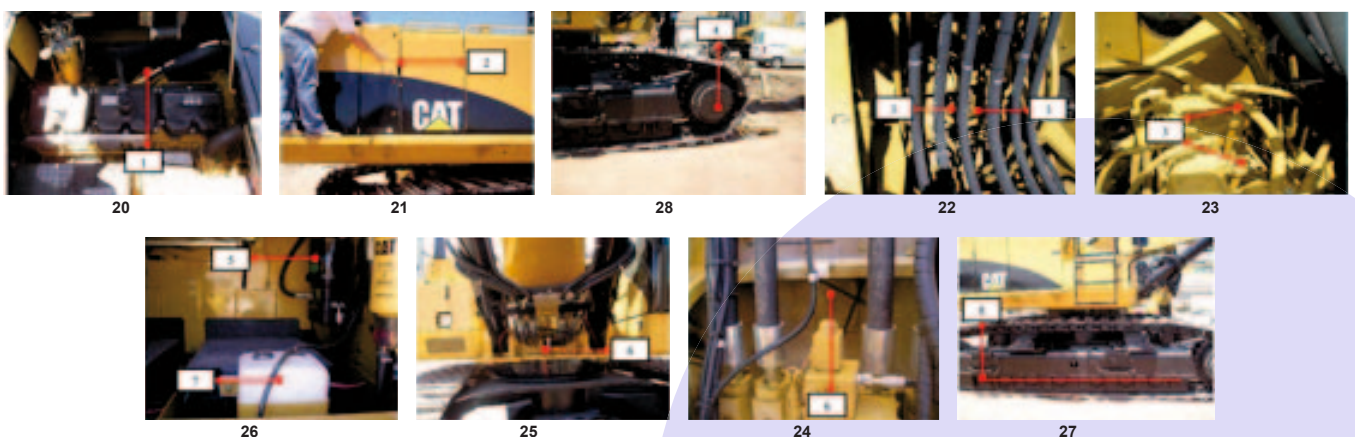
Una herramienta muy útil y fácil de transmitir al maquinista es lo que denominamos “Checking list” y fotolubricación, en las cuales se les indica los puntos que han de ser engrasados, revisados y cambiados, junto con la periodicidad necesaria y se les adjunta fotos de su ubicación para que no tengan dudas de lo que estamos hablando (Figura

1 y 2). Es muy importante que el maquinista indique cualquier incidencia que encuentre en la máquina para ponerlo en conocimiento del encargado y del taller para la planificación de las intervenciones.

Con esto se pretende simplificar el trabajo y, sobre todo, evitar errores en la realización del mantenimiento preventivo.



(Fig. 1)



Nº 710. RETROEXCAVADORA DE CADENAS 365C

(Fig. 2)

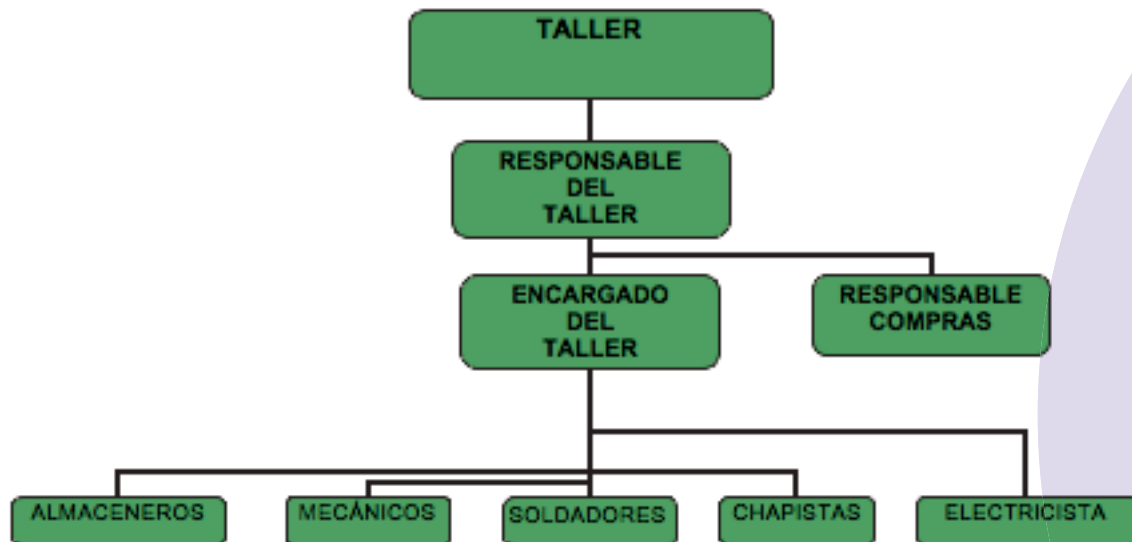


GRÁFICO II

**Misiones del taller de reparación:**

- Reparaciones basadas en arreglos o reconstrucciones parciales de piezas dañadas.
- Obtención y almacenamiento de los repuestos necesarios.
- Reconstrucción de las piezas desgastadas procedentes de sustituciones.
- Modificaciones en la maquinaria existente y construcción de equipos auxiliares.

El taller de reparación es el órgano que hace que todo el Servicio de Reparación de Maquinaria funcione y, por tanto, que todos los trabajos surgidos por las incidencias detectadas por los maquinistas y, planificadas y supervisadas por el encargado se lleven a cabo. El volumen y la infraestructura de este taller va a estar directamente relacionado con el volumen de trabajo y la cantidad de maquinaria operando. Una estructura tipo de dicho taller sería el siguiente:

- Responsable taller.
- Encargado.
- Responsable de compras.
- Almacenero.
- Electricistas.
- Mecánicos.
- Soldadores.

Por parte del taller es necesario que éste tenga las herramientas suficientes para hacer los trabajos de mantenimiento correctamente y de forma segura para los operarios. En caso de no disponer de alguna herramienta, esos trabajos han de ser subcontratados a un taller externo y siempre este trabajo ha de ser supervisado para

que se haga de forma correcta. Todas estas operaciones de mantenimiento se han de realizar en un emplazamiento adecuado y que tenga las comodidades suficientes para que se puedan hacer los trabajos de forma eficiente. Esto ¿qué quiere decir?. Pues que el taller tiene que estar con el suficiente orden y limpieza para motivar al empleado a realizar su trabajo de forma eficiente. Siempre es un pilar base que las condiciones de trabajo sean correctas. Se pueden encontrar talleres que no tienen inventariado los repuestos y herramientas, lo que supone una gran pérdida de tiempo a la hora de realizar los trabajos, ya que no se conoce si se tienen o no los repuestos y, si los tienen, no se sabe dónde, lo cual además implica una pérdida económica por compras duplicadas, tiempos de espera, etc.

Para talleres de una cierta envergadura se hace imprescindible poseer un programa de gestión en el cual, además de registrar todos los trabajos realizados, se pueda tener una gestión de stock valorada y, con datos de rotación, para poder minimizar los costes del almacén. Si además de esto, se pueden planificar las rutas de mantenimiento preventivo y registrar las mismas sería ideal, ya que en la misma herramienta se posee toda la información referente a toda la maquinaria. En esta herramienta se podrá gestionar las rutas de mantenimiento con las frecuencias de realización de las mismas y se podrá tener un control de las horas de trabajo de cada máquina y, por tanto, automáticamente sacar las operaciones que tocan realizar en cada una de las máquinas. Con todos estos registros somos capaces de realizar estudios económicos de los costes imputados a cada una de ellas y

	1 ↓ <b>Limpieza Inicial</b>	2 ↓ <b>Optimización</b>	3 ↓ <b>Formalización</b>	4 ↓ <b>Perpetuidad</b>
<b>Organización y Selección</b>	Separar lo que es útil de lo que es inútil	Clasificar las cosas útiles	Revisar y establecer las normas de video	Estabilizar Mantener
<b>Orden</b>	Definir la manera de dar un orden a los objetos	Definir la manera de dar un orden a los objetos	Colocar a la vista las normas así definidas	Mejorar
<b>Limpieza y Engrase</b>	Limpiar las instalaciones	Localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución	Buscar las causas de suciedad y poner remedio a las mismas	
<b>Mantener la limpieza</b>	Eliminar lo que no es higiénico	Determinar las zonas sucias	Implantar las gamas de limpieza	Evaluar (Auditoria 5S)
<b>Rigor</b>	Acostumbrase a aplicar la 5S en el seno de las unidades de producción y respetar los procedimientos en vigor en el lugar de trabajo			<b>HACIA EL TALLER IDEAL</b>

GRÁFICO III

tener un histórico de todos los trabajos realizados para así poder tomar decisiones empresariales y de inversión. De una forma rápida y sencilla se puede valorar la conveniencia o no de realizar ciertas intervenciones. Además nos da la capacidad de registrar los resultados de las pruebas de mantenimiento predictivo realizadas.

En cuanto al orden y limpieza, resaltar que es una de las claves de éxito en la organización de un taller. Para lograrlo, una técnica muy desarrollada y con unos excelentes resultados una vez implementada, es la técnica de las “5S” (Seiri: ORGANIZACIÓN Y SELECCIÓN, Seiton: ORDEN, Seiso: LIMPIEZA Y ENGRASE, Seiketsu: MANTENER LA LIMPIEZA Y ENGRASE, Shukan: RIGOR EN LA APLICACIÓN DE CONSIGNAS Y TAREAS). Esta técnica basada en el significado de 5 palabras japonesas que comienzan con “S” es una herramienta extraordinaria para lograr en un taller orden, limpieza y organización.

Pero no sólo eso, la metodología “5S” puede ser muchas cosas. Puede ser una poderosa técnica para desarrollar una organización y poner en práctica un nuevo estilo de vida. Puede ayudar a mejorar la comunicación entre el taller y los departamentos de apoyo. Puede contribuir a desarrollar las características que requieren los

empleados para formar parte de una organización de primera línea. Puede reducir las lesiones, el tiempo de inactividad, los defectos, los plazos de entrega, los inventarios y los costes de producción correspondientes. O puede limpiar un lugar de trabajo. Todo depende de la implicación en su implantación. (Van Patten, James, 2.007, “Un examen más detallado de las 5S”, Ingeniería y Gestión de Mantenimiento, nº 53, Pag.55-59)

**Misiones del encargado:**

- Reparto de tareas.
- Examen y aprobación de las reparaciones efectuadas.
- Inspección de las tareas de mantenimiento realizadas por los conductores o maquinistas.
- Inspección de los trabajos de reparación encargados a talleres particulares.

El encargado podemos considerar que es la punta de la pirámide que todo lo ve y todo controla. Va a ser una figura fundamental ya que en él recae la misión de planificar los trabajos y, por lo tanto, de gestionar eficazmente al personal que realiza las operaciones de mantenimiento en las máquinas. Debe supervisar las tareas realizadas

tanto por los maquinistas como por el taller, ya sea interno o externo.

Dependerá directamente del responsable del taller, aunque trabajando libremente en la toma de decisiones sobre las intervenciones. Debe estar bien compenetrado con el responsable de compras para el abastecimiento de repuestos y en permanente contacto con los mecánicos, soldadores, electricistas y chapistas que responderán ante él de los trabajos realizados.

El encargado tiene a su disposición todas las herramientas informáticas de gestión del taller ya que se abastecerá de su información para programar intervenciones e informará al responsable taller en el caso de grandes intervenciones para que se estudie la viabilidad de estas.

Después de haber desarrollado e implantado todo esto con mayor o menor éxito es muy aconsejable el uso de las técnicas de

Mantenimiento Predictivo entre las que podemos destacar las siguientes:

- Termografía Infrarroja.
- Ultrasonidos.
- Impulsos de choque SPM.
- Videoscopia.

Todas ellas encaminadas a hacer un seguimiento de los estados de los diferentes componentes (cuadros eléctricos, rodamientos, engranajes, motores, etc.) partiendo de un estado inicial que nos servirá de referencia y que nos marcará los estados normales de funcionamiento.

En el caso real, sólo realizando el mantenimiento preventivo indicado, se ha reducido un 18% los gastos de mantenimiento y se puede ver la diferencia en los siguientes gráficos IV y V:

Gráfico IV

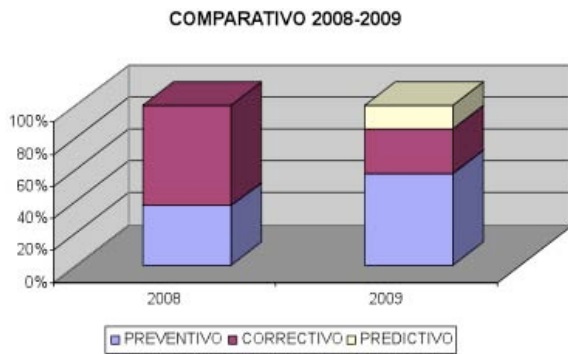


Gráfico V

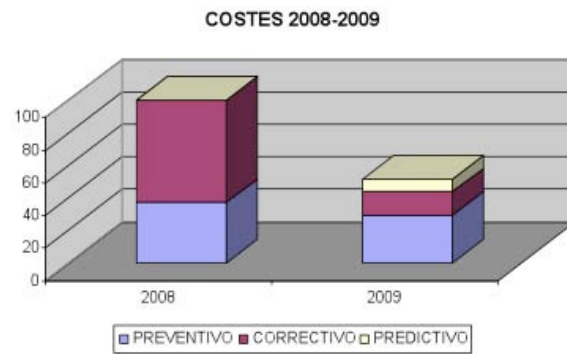


Gráfico VI

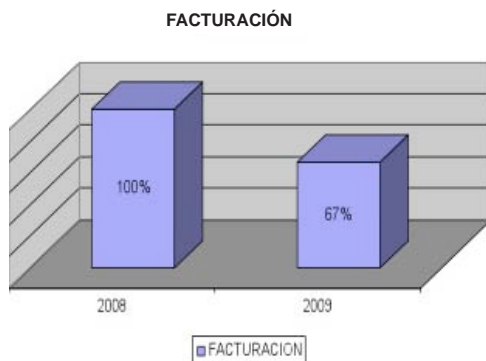
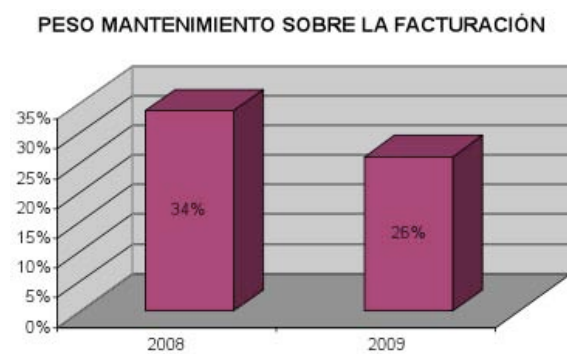


Gráfico VII





Para una disminución de un 33% en la facturación de la actividad, se ha reducido un 51% el gasto en mantenimiento. Todo esto leyendo los datos con las oportunas precauciones, ya que lógicamente la disminución de facturación en la actividad ha provocado una disminución lógica del parque de maquinaria requerido para realización de los trabajos, con la consiguiente disminución de las operaciones de mantenimiento, sobre todo, de mantenimiento correctivo como claramente se observa en la Gráfico V de costes de mantenimiento, y un aumento lógico en la realización de operaciones de mantenimiento preventivo. Lo que es evidente es que el peso del coste del mantenimiento sobre el volumen de facturación ha disminuido un 8%, lo que supone una mejora del 8% de los resultados como se ve en el Gráfico VII.

### **Hacia un Mantenimiento Total de la Producción (TPM)**

Si la calidad no responde a las necesidades y requerimientos del cliente, la cifra de negocios y la cuota o penetración en el mercado bajarán. Pero si respondemos adecuadamente al nivel de calidad y no logramos contener y bajar los costes, los márgenes de beneficios se desmoronarán y el futuro se verá amenazado.

Sin embargo, si logramos ambos objetivos, será necesario aumentar nuestras capacidades o volúmenes de producción pero sin invertir o con inversiones mínimas, a través de:

**LA MEJORA DE LA DISPONIBILIDAD de los sistemas de producción por una eficaz gestión global del MANTENIMIENTO.**

Es en este entorno competitivo donde la gestión eficaz de la productividad del capital invertido cobra su importancia estratégica. El aprovechamiento eficaz de estos recursos requiere que sean explotados y mantenidos eficazmente, a fin de desempeñar su función productiva con el mayor rendimiento y durante el más largo periodo de vida útil posible. Es en este contexto donde debe inscribirse el Mantenimiento como FUNCION GERENCIAL.

Esta situación exige una “EXCELENCIA” en el mantenimiento y en la Explotación o Conducción de las plantas, de tal forma que las máquinas y las plantas estén disponibles siempre que

se necesiten, que cada día produzcan mayor cantidad de productos con una mejora constante de la calidad y de los costes involucrados en su fabricación. Para esto es imprescindible crear nuevas organizaciones en la Fabricación y el Mantenimiento, de manera que sus equipos trabajen juntos y con espíritu participativo y de cooperación.

Entramos así en el concepto del TPM (Mantenimiento Total de la Producción), el cual como desarrollo de un Proyecto de Empresa lo podemos ver en el Gráfico VIII.

### **Estos pilares los podemos resumir:**

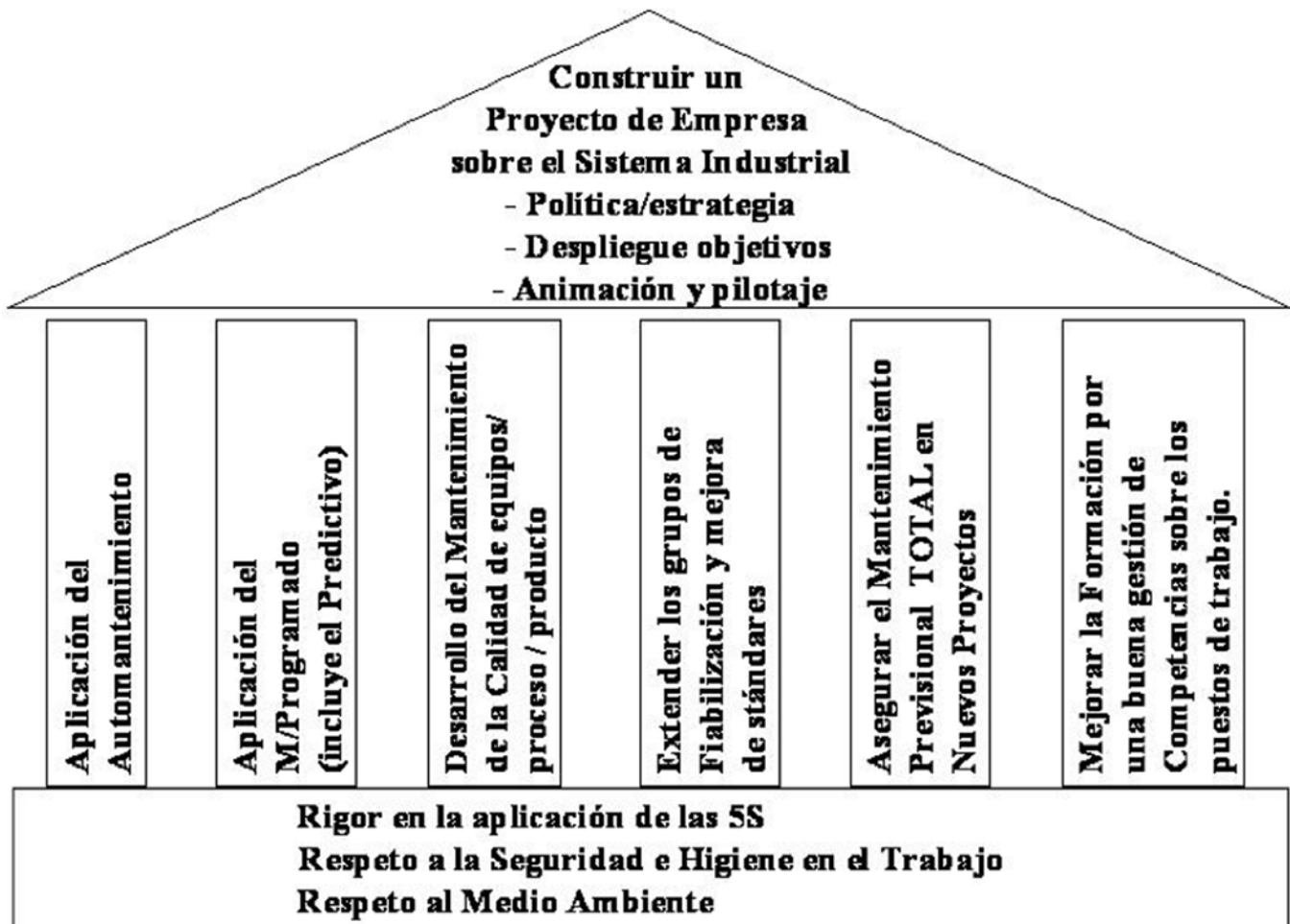
1. Las 5S sobre los puestos de trabajo.
2. El pilar del Mantenimiento Preventivo en base a desarrollarlo por fases o etapas.
3. La eliminación de pérdidas y la gestión de costes de Mantenimiento.
4. La formación y entrenamiento para dominar las tareas a través de una adecuada gestión de competencias de todos los operadores y profesionales.
5. La preparación del Mantenimiento en un Nuevo Proyecto.

El edificio se completa con el tejado en base a una estrategia de la dirección de la compañía con unos objetivos a alcanzar.

Así pues, como resumen podemos decir que el Mantenimiento debe ser considerado como un factor económico y global en la empresa. Debe ser planificado, eliminando todo lo posible la improvisación y los disfuncionamientos, con un programa anual de mantenimiento basado en los históricos y en los costes reales de mantenimiento de cada máquina o instalación productiva.

Por otra parte, debe existir un equipo técnico de mantenimiento especializado, con funciones claramente definidas, que anime la mejora de la disponibilidad y dé asistencia a los profesionales y operarios del mantenimiento y de la fabricación, así como ser el gestor de la documentación técnica de los equipos, evaluando resultados y costes de mantenimiento a través de índices de referencia que permitirán mejorar la gestión del servicio de mantenimiento en la empresa.

## EL EDIFICIO DEL TPM Gráfico VIII



### CONCLUSIONES

- Mayor implicación de los operarios y maquinistas con el mantenimiento.
- Mayor responsabilidad de estos con sus máquinas.
- Mayor control del estado de la maquinaria.
- Repercusiones económicas por ahorro en intervenciones de correctivo y comerciales por satisfacción del cliente final.
- Disminución de paradas imprevistas.
- Mayor competitividad en el mercado por la mejora en la rentabilidad de la maquinaria, es decir, minimización de costes.

### BIBLIOGRAFÍA

- Díaz del Río, Manuel, 2.001, Manual de Maquinaria de Construcción, España, Mc Graw Hill.
- Rey Sacristán, Francisco, 2.005, Las 5S-Orden y Limpieza en el puesto de trabajo, Valladolid, Fundación Confemetal.
- Rey Sacristán, Francisco, 2.001, TPM: Mantenimiento Total de la Producción-Proceso de Implantación y Desarrollo, Valladolid, Fundación Confemetal.
- Van Patten, James, 2.007, “Un examen más detallado de las 5S”, Ingeniería y Gestión de Mantenimiento, nº 53, Pag.55-59.

# Sistema de Gestión de Energías en Planta Industrial

Héctor Cantero Olmo.

Responsable Técnico Planta  
Industrias Lácteas de Canarias.

DANONE

## Nuevo Modelo de Gestión Técnica y de Usuario.

### RESUMEN

Con el trasfondo de, por una parte el comercio de derechos de gases de efecto invernadero, y por otra, el creciente impacto económico de los términos energéticos en las industrias, en un entorno de búsqueda constante de la eliminación de la pérdida, cualquiera que sea su fuente; la gestión del consumo energético se ha convertido en los últimos años en un capítulo indispensable dentro de los departamentos técnicos.

A pesar de la decepción de la cumbre de Copenhague para el cambio climático, que tuvo como resultado únicamente buenas intenciones y ningún compromiso claro, y que sitúa la cumbre de Cancún (México) en Noviembre de este año como el último tren para establecer la continuación del protocolo de Kyoto que vence en 2012, la UE no desea renunciar a su papel de liderazgo en la lucha para la reducción de la huella de carbono.

En las diferentes industrias se establecen planes dirigidos a la reducción de su huella de carbono a través del estudio de su operación logística, materias primas, y con especial relevancia el término energético.

Por otro lado, el fin a partir del 2006 del periodo de la “energía eléctrica barata” o la creciente subida e incertidumbre de precios de los hidrocarburos en los últimos años, ha incrementado considerablemente el peso del término energético en las partidas de costes de las compañías y, por tanto, su interés en invertir y desarrollar acciones que permitan minimizar el gasto por este concepto.

### INTRODUCCIÓN

#### ¿Por qué un sistema de control?

Se suele decir que lo que no se mide no se puede controlar.

En ocasiones se comienzan planes de optimización con importantes inversiones sin un estudio claro de prioridades, de qué pérdidas se deben atacar en primer lugar para maximizar la función coste-beneficio.

Nuestro consejo es comenzar por conocer con profundidad nuestro mapa de consumidores.

Una manera sencilla es realizar una “modelización energética”, es decir, una sencilla relación entre nuestra producción y el consumo energético teórico que debiéramos tener para cada unidad de producto. Comenzamos así a manejar conceptos de ratios kWh/Tm, kWh/kg, m<sup>3</sup>/Tm, etc.

A continuación se muestra un sencillo ejercicio de modelización energética para dos productos distintos. En ella se consideran factores de consumo fijo, es decir, consumidores que aportan el mismo consumo independientemente de la cantidad de producción realizada y otros, variables con la producción, con una relación más o menos directa.

Posteriormente se analiza el consumo teórico contra el medido, reflejando el ratio incontrolado sobre el que se debe trabajar.

		PRODUCCIÓN Tn/mes											
	Kwh/Tn	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Referencia Producto 1	105,0	2.933	2.507	3.019	2.499	2.819	2.602	3.072	3.191	2.845	2.861	2.509	2.295
Referencia Producto 2	195,3	184	164	190	150	172	129	210	199	180	173	157	129
<b>TOTAL</b>		<b>3.117</b>	<b>2.672</b>	<b>3.210</b>	<b>2.649</b>	<b>2.991</b>	<b>2.731</b>	<b>3.282</b>	<b>3.390</b>	<b>3.025</b>	<b>3.034</b>	<b>2.666</b>	<b>2.424</b>
APLICACIÓN DE RATIOS ENERGÉTICOS A TONELAJE		307.965 35.982 0	263.275 32.082 0	317.032 37.204 0	262.394 29.315 0	295.966 33.597 0	273.213 25.250 0	322.534 41.041 0	335.082 38.883 0	298.718 35.162 0	300.433 33.812 0	263.475 30.575 0	240.980 25.241 0
<b>CONSUMO TOTAL PRODUCCIÓN</b> Consumo preparación producción		<b>343.946</b> 0	<b>295.357</b> 0	<b>354.235</b> 0	<b>291.709</b> 0	<b>329.563</b> 0	<b>298.463</b> 0	<b>363.576</b> 0	<b>373.965</b> 0	<b>333.880</b> 0	<b>334.245</b> 0	<b>294.051</b> 0	<b>266.221</b> 0
CONSUMO CLIMATIZACIÓN		45.890	41.449	43.990	45.444	46.720	38.853	20.617	16.293	15.539	20.666	26.899	26.316
CONSUMO ALUMBRADO													
<b>CONSUMO TOTAL CONTROLADO</b>		<b>389.836</b>	<b>336.805</b>	<b>398.225</b>	<b>337.153</b>	<b>376.283</b>	<b>337.316</b>	<b>384.193</b>	<b>390.258</b>	<b>349.419</b>	<b>354.911</b>	<b>320.950</b>	<b>292.537</b>
Ratio controlado Kwhe/Tn		125	126	124	127	126	124	117	115	116	117	120	121
<b>CONSUMO REAL</b>		<b>550.370</b>	<b>487.034</b>	<b>568.873</b>	<b>501.377</b>	<b>576.404</b>	<b>524.955</b>	<b>582.770</b>	<b>570.927</b>	<b>529.049</b>	<b>518.969</b>	<b>501.780</b>	<b>462.539</b>
Ratio real Kwhe/Tn		177	182	177	189	193	192	178	168	175	171	188	191
<b>CONSUMO INCONTROLADO</b>		<b>160.534</b>	<b>150.229</b>	<b>170.647</b>	<b>164.224</b>	<b>200.120</b>	<b>187.639</b>	<b>198.577</b>	<b>180.670</b>	<b>179.630</b>	<b>164.057</b>	<b>180.830</b>	<b>170.001</b>
Ratio incontrolado Kwhe/Tn		51	56	53	62	67	69	61	53	59	54	68	70
		29%	31%	30%	33%	35%	36%	34%	32%	34%	32%	36%	37%

Figura 1.

Ejemplo Modelización eléctrica.

En la actualidad, son frecuentes las auditorías energéticas por empresas o consultoras externas favorecidas por las subvenciones públicas a través del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, o las distintas Comunidades Autónomas. En nuestra opinión, la aportación de estas auditorías es más valiosa si antes contamos con un conocimiento propio de principales fortalezas y debilidades de nuestro sistema de consumidores.

No es el objetivo de este artículo y, por tanto, nos limitamos a recordar la importancia de una revisión exhaustiva de nuestros contratos de suministro en lo que se refiere a tarifas, penalizaciones, y todo aquello que pueda suponer una oportunidad de ahorro.

En este sentido, nombramos a modo de ejemplo el análisis de nuestra compensación de reactiva con su posible disminución mediante la colocación de bancos de condensadores debidamente calculados, o el estudio de alternativas a nuestro proveedor de suministros eléctrico, gas, fuel, etc.

## EJES A CONTROLAR

Un Gestor de Energías con ambición debe aspirar a conseguir palancas de acción sobre su sistema en dos ejes.

Por un lado, el eje de las mejoras técnicas en su planta. Este eje vendrá impulsado normalmente por sus posibilidades de conseguir capital vía inversión para nuevos equipos y de las pequeñas reformas que su presupuesto ordinario le permita.

Así este eje podrá comenzar, en sus primeros pasos, por la creación del Sistema de Control en sí mismo, con el desarrollo de lectores y controles tal y como posteriormente veremos en detalle.

Seguidamente, y a medida que se vayan conociendo valores reales de los consumidores y comparándolos con la modelización energética realizada, veremos los desvíos por proceso entre valor teórico fijado para ese proceso en la modelización y el valor real que se está registrando. Estos desvíos marcarán las prioridades para comenzar a lanzar planes de acción destinados a disminuir el “Gap” de cada proceso.

El otro eje a desarrollar es el eje del usuario del proceso. Mientras los procesos, a pesar de su automatización, presenten variaciones debidas al factor humano, debemos crear indicadores que marquen al usuario la influencia de su actividad en el consumo energético. Estos indicadores son indicadores de actividad y, por tanto, distintos a los usados en el eje técnico donde medimos resultados. Con ellos el usuario conocerá y, por tanto, tendrá control sobre sus acciones.

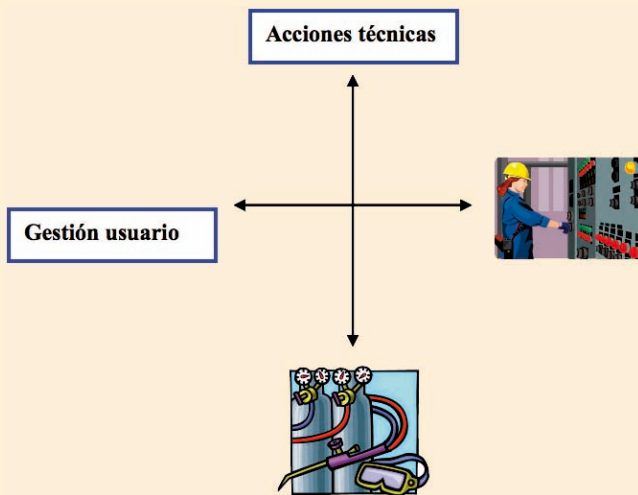


Figura 2.  
Ejes de Control Sistema Gestión Energías.

La combinación de ambos términos logrará, por una parte, obtener ahorros directos al optimizar técnicamente los sistemas; y por otro, mantener o incluso incrementar los logros conseguidos.

### SISTEMA DE CONTROL. ARQUITECTURA TIPO

El ejemplo presentado se diseñó como una aplicación destinada al control del consumo eléctrico, térmico y de agua de una planta de productos lácteos.

### Las principales características del sistema son:

- Capta, almacena y visualiza los diferentes parámetros de la instalación de energías.
- Puede actuar sobre los elementos que forman la instalación.
- Puede cambiar parámetros en las instalaciones de frío, aire acondicionado, presión, iluminación etc....
- Controla la curva de potencia de la planta a tiempo real, tanto el máximo como el factor de potencia ( $\cos \phi$ ).
- Herramienta para optimizar los consumos energéticos de la fábrica.

### El sistema está compuesto por:

#### Hardware:

- Armarios de PLC.
- Servidor.
- Puestos de mando y control.
- Redes de comunicación.
- Comunicación punto a punto.

#### Software:

- Programación de PLC's.
- Servidor Central Scada.
- Puestos remotos de mando y control.
- Sistema operativo (Windows NT).
- Scada (WinCC).
- Base de datos (SQL Server).

### Arquitectura del Sistema:

Se presenta a continuación una arquitectura tipo de Gestor de Energía mediante un único Servidor, PLC Siemens S-7, tres estaciones remotas y distintos analizadores tipo CVM de la casa Circutor, que a través de red RS-485 y un módulo convertidor, entregan lectura al autómatas mediante comunicación Ethernet. Los distintos remotos son comunicados mediante protocolo profibus.

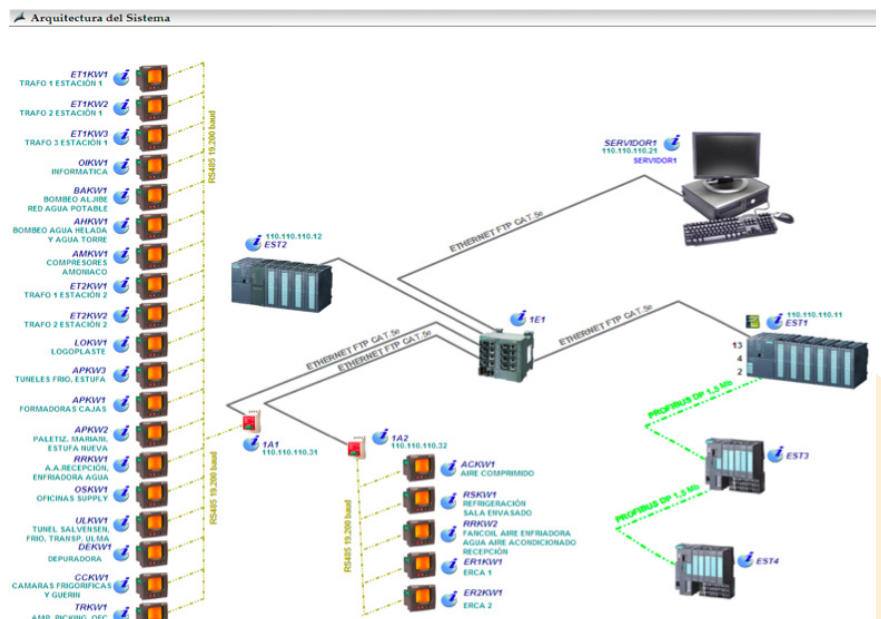


Figura 3.  
Ejemplo Arquitectura tipo – Topología sistema.

### Bases de datos:

- Base de datos de contadores de agua , eléctricos, vapor, gas, etc.
- Base de datos de Históricos, alarmas, averías, manualidades, etc.
- Base de datos gráficas, variables analógicas y digitales.
- Sinópticos y pantallas, reflejando el estado de los diferentes elementos y puntos de la instalación, permitiendo actuar sobre ellos.

### Recogida de datos:

Se realiza la captura de datos de los siguientes servicios:

- Aire Comprimido: presión, marcha/paro, carga/vacío etc.

- Frío Industrial: estado de los elementos, parámetros...
- Clima: parámetros, temperatura ambiente, regulación...
- Pozos y Aljibes: niveles, horas de funcionamiento...
- Agua Ciudad: presión de red, caudal, volumen...
- Grupos de Bombeo: presión colector, caudal, rpm. bomba variable, nº de bombas en marcha...
- Sistema Tratamiento de Aguas: Valor medido de cloro, descalcificador en depuración, descalcificador en regeneración.
- Contadores Eléctricos Generales: curva de potencia a tiempo real, maxímetro, periodo tarifario a tiempo real, factor de potencia a tiempo real...
- Calderas de Vapor: presión, aporte de agua depósito de condensados, aporte agua a caldera...



Figura 4.

Ejemplo pantalla contadores eléctricos.

## Sinópticos y pantallas

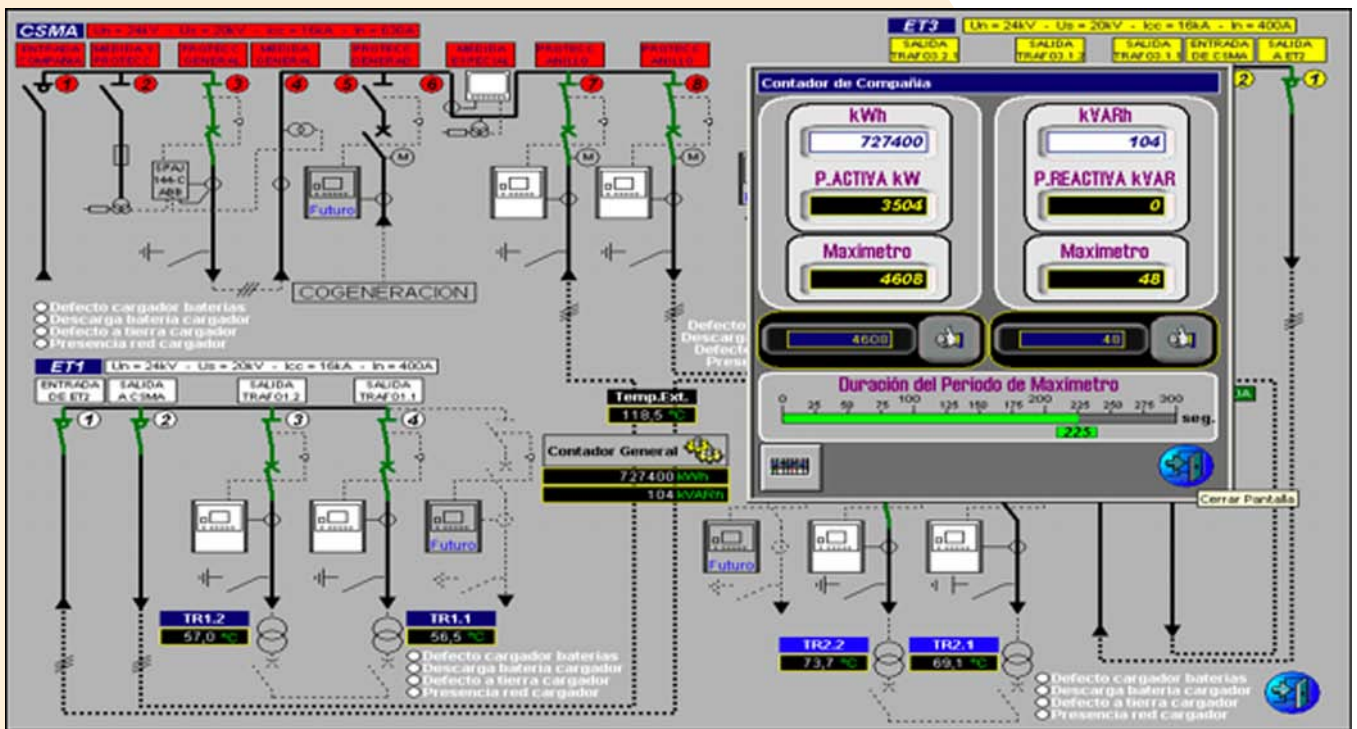


Figura 5.

Ejemplo pantalla Contador principal y máxímetros.

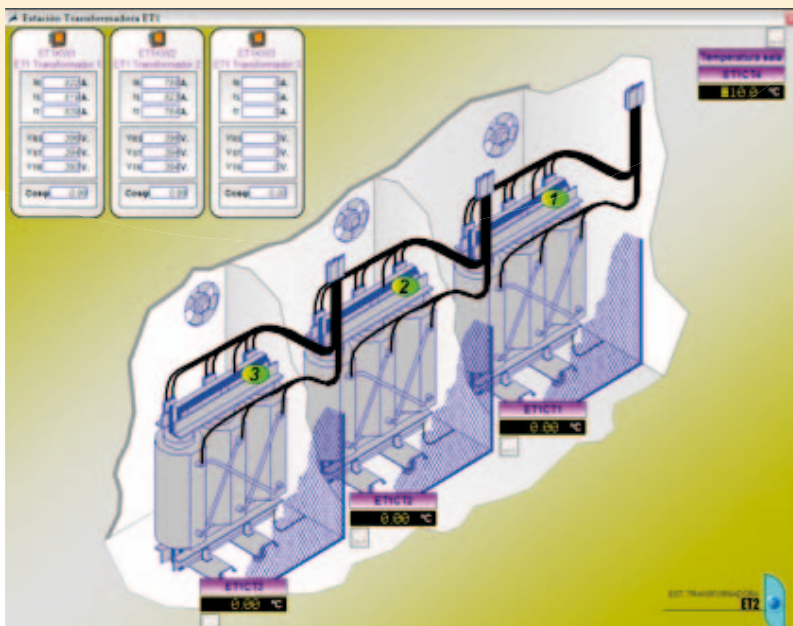


Figura 6.

Ejemplo pantalla control estación transformadora.

## OPTIMIZACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA

A partir de la recogida de datos efectuada, existen una serie de regulaciones y controles típicos que nos aportarán ahorros importantes, si no se han contemplado con anterioridad

a la creación del Sistema Gestor de Energías.

### Regulación aire comprimido.

La generación de aire a alta presión 6-7 kg/cm<sup>2</sup> constituye en muchas plantas uno de los consumidores principales a optimizar. La marcha y regulación según consignas variables en función de las necesidades de presión de la planta suele ser un buen comienzo.

El sistema permite la creación inmediata de un ratio de control de fugas. Así, se establece como indicador de control la potencia en kW gastada en fugas de aire, obtenida como % de potencia total de generación de aire instalada en marcha con la planta parada.

Este indicador pasa a ser gestionado por los equipos de Mantenimiento, que deben mantenerlo mediante acciones correctivas por debajo del nivel exigido.

Un objetivo del indicador al 20 - 15% de potencia en fugas puede ser un buen valor de comienzo para trabajar.

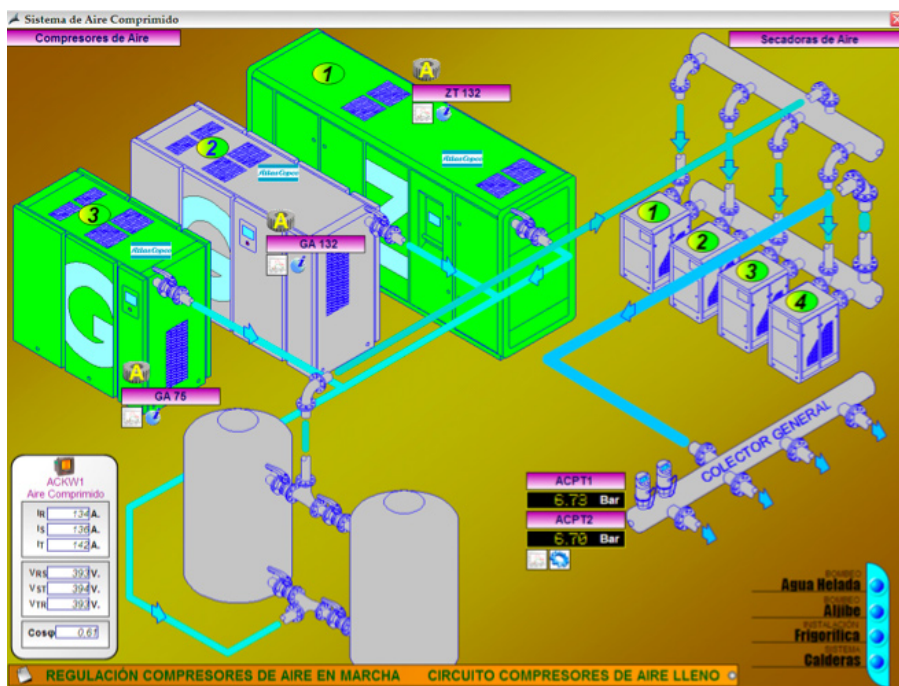


Figura 7.  
Ejemplo pantalla control  
compresores de aire.

### Consumo eléctrico general.

Control de consumos en turnos sin producción, ahorros en distribución, redes con pérdidas, o máquinas en marcha innecesariamente en producción y proceso son algunos elementos que, de una forma sencilla, se deben ir chequeando.

### Generación y bombeo de agua helada.

En este apartado se monitorea el funcionamiento de compresores, regulación, presiones de trabajo, acumulación de hielo, capacidad de tanques, temperaturas del agua o torres de enfriamiento, entre otros.

En el caso del sistema de bombeo, se controla la presión de trabajo y caudales de impulsión y retorno. El sistema mantiene la presión constante mediante variadores de frecuencia en las bombas de impulsión.

### Climatización.

Cómo se genera, grupos autónomos, temperaturas de trabajo en las distintas salas, caudales, pérdidas.

### Generación de vapor.

Funcionamiento de calderas, presión de trabajo, retorno de condensados, caudales, pérdidas en la

red, purgadores, sectorización, economizadores, aportación de agua.

### Bombeo de agua de red.

Sistema de funcionamiento, presión de trabajo, caudales, pozos.

### Iluminación.

Sistemas de encendido, niveles de iluminación, iluminación exterior.

### INFLUENCIA DEL USUARIO

Una vez en marcha el Gestor de Energías y, establecidos las primeras acciones técnicas basadas en la información que el Sistema va proporcionando, debe centrarse el eje del operador.

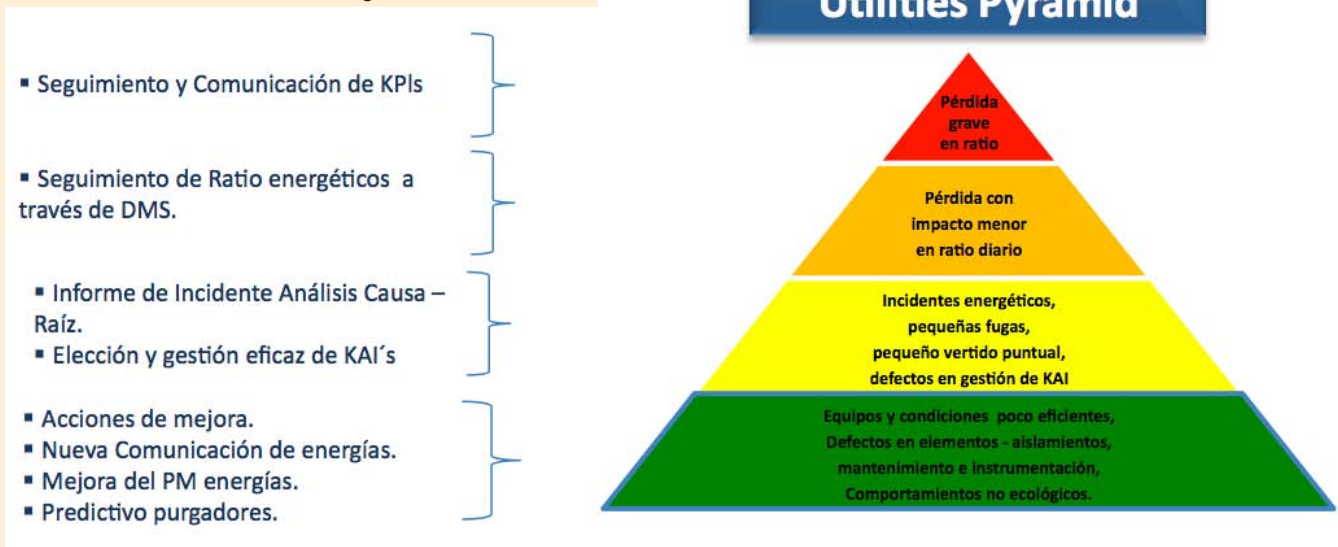
Se identifican aquellos indicadores de actividad directamente relacionados con tareas no automatizadas o con decisión humana y que provocan consumo variable en alguno de los términos, eléctrico, térmico o de agua.

En este aspecto, los modos operativos, instrucciones y, en general, todo aquello que ayude a eliminar variabilidad en el método será de gran ayuda.



Figura 8.

Pirámide de incidentes de Energía.



Esta información comunicada al operador día a día o, en algunos casos, en tiempo real le permite controlar y responsabilizarse de la gestión de su área.

La comunicación hacia el operador se realiza por dos vías distintas:

- Indicador en el Scada del propio proceso a controlar. En tiempo real o acumulado día.
- Indicador obtenido en el gestor de energía y después comunicado al operador a través de paneles por zona siguiendo modelo de implantación TPM.

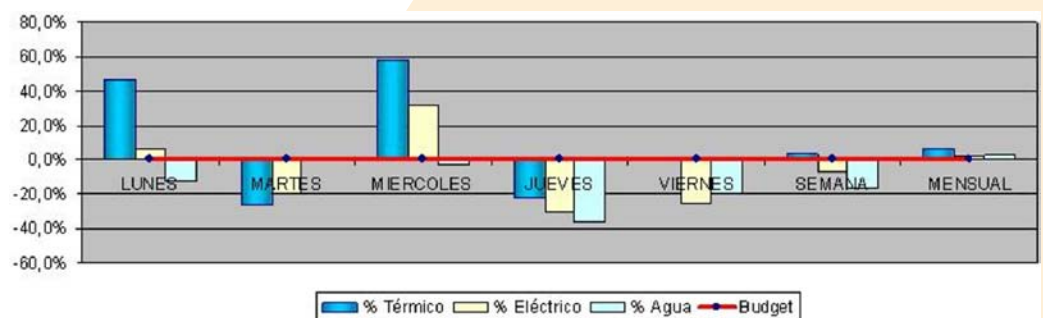
El proceso se completa con el estudio de tendencias junto al operador, analizando las operativas, posibles mejoras y el seguimiento del indicador.

La introducción del usuario del proceso en nuestro sistema es fundamental para afianzar los logros conseguidos con las mejoras técnicas, evitando pérdidas en el día a día, que terminan “matando” los ahorros anteriores. (Fig.9)

El conocimiento de la influencia que sus decisiones tienen en la pérdida o el ahorro, a través de índices de actividad, constituyen la clave de este eje del Control Energético.

Figura 9.

Ejemplo gráfica de seguimiento real versus presupuesto.



## CONCLUSIÓN

El creciente peso del apartado de energías dentro del coste de las industrias está marcando su acercamiento progresivo a Sistemas de Gestión Energético.

La creación de un sistema abierto con posibilidad de aumentar el nº de variables a controlar.

La incorporación de indicadores de actividad obtenidos a través del Sistema de Control, y gestionados por los operadores de los procesos, crea un nuevo enfoque frente a la visión tradicional de acciones técnicas como única fuente de mejora de los ratios energéticos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Especificaciones energéticas Grupo Danone.
- <http://www.oil-price.net/>.

# Actualización del Programa de Análisis de Extensión de Vida en Turbocompresores de Motores Diésel Aplicados a la Generación de Energía Eléctrica



Francisco Fernández Vacas  
Responsable Unidad de T + M de Motores Diésel  
Endesa Generación

Marta Álvaro Fernández  
Materiales y Gestión de Vida  
Tecnatom, S.A.



## 1. EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA EN ENDESA-GENERACIÓN

**E**NDESA Generación es la empresa eléctrica mayoritaria en los sistemas eléctricos insulares y extrapeninsulares (SEIE) de España, con una presencia distribuida de la siguiente forma:

- Sistema Eléctrico de las Islas Canarias

Está integrado por seis subsistemas independientes. Los dos mayores corresponden a Gran Canaria y Tenerife. El tercero, a la asociación eléctrica entre Lanzarote y Fuerteventura, unidas mediante cable submarino. Los tres menores se encuentran en las islas de La Palma, La Gomera y El Hierro.

- Sistema Eléctrico de las Islas Baleares

Está formado por dos subsistemas. El mayor de ellos está integrado por las islas de Mallorca y Menorca, enlazadas por cable submarino. El segundo subsistema corresponde a la unión eléctrica de las islas de Ibiza y Formentera.

- Sistema Eléctrico de Ceuta

La Ciudad Autónoma de Ceuta representa un sistema eléctrico aislado.

- Sistema Eléctrico de Melilla

El modo de funcionamiento de este sistema eléctrico es idéntico al de Ceuta.

En la Tabla 1 se recoge la clasificación de los motores diésel instalados, ordenados según sea el tipo de ciclo, dos tiempos (2T) o cuatro tiempos (4T), y su régimen de giro, desglosando la clasificación en motores lentos (todos los de 2T) y motores de 4T de media velocidad ( $150 < n \leq 600$  rpm) y rápidos ( $n \geq 750$  rpm) [1].

### 1.1 Clasificación de los Turbocompresores

Un motor diésel aplicado a la generación de energía eléctrica, trabajando a régimen de giro constante, es una excelente configuración para lograr un incremento de potencia específica mediante su asociación con un sistema de sobrealimentación, basado en un turbocompresor accionado por los gases de escape del propio motor.

PARQUE MOTORES DIÉSEL SEIE (Dic. 2009)				
	Motores 2T		Motores 4T	
	Lentos	Media Velocidad	Rápidos	
UNELCO	14	25	19	
GESA	11	4	0	
ENDESA Ceuta	0	8	0	
ENDESA Melilla	0	6	0	
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>43</b>	<b>19</b>	
<b>Total Potencia (MW)</b>	<b>406</b>	<b>510</b>		

Tabla 1. Clasificación de motores

Este parque de motores mantiene en servicio 160 turbocompresores, 56 están instalados en motores de 2T, 78 en motores de 4T de media velocidad y otros 26 están asociados a motores rápidos, tal como se recoge en la Figura 1.

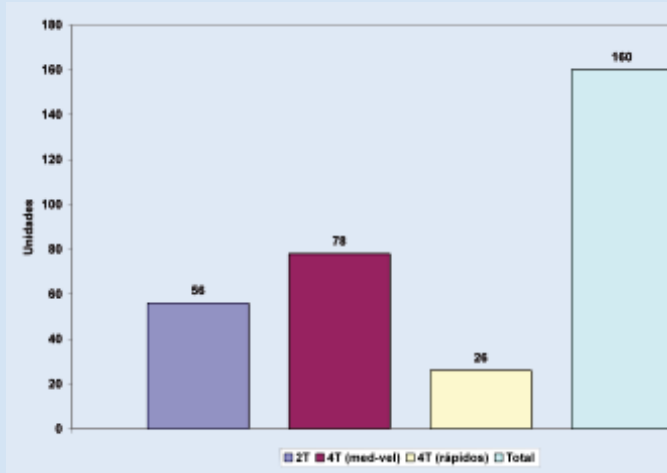


Figura 1. Clasificación de turbocompresores

En la Figura 2 se muestran los tipos de 134 turbocompresores asociados con motores de 2T y de 4T de media velocidad. Consideración aparte merecen los turbocompresores de los motores rápidos por sus condiciones especiales de trabajo, con mayores temperaturas y más altos regímenes de giro, por lo que se ha considerado conveniente dar un enfoque diferente al tratamiento de su conservación y análisis de vida útil.

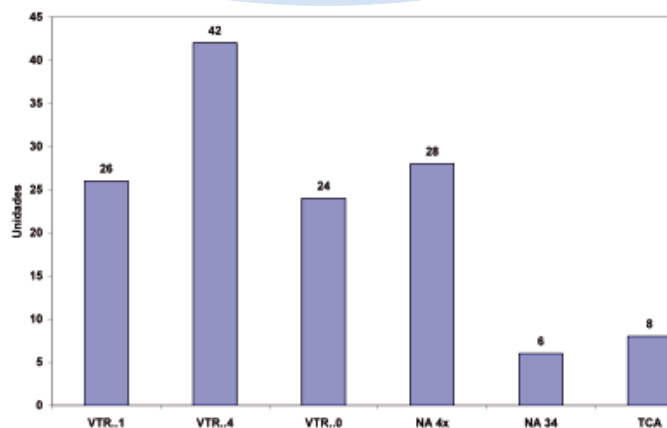


Figura 2. Tipos de turbocompresores para motores 2T y 4T media velocidad

Hay una gran homogeneidad en la utilización de turbocompresores asociados a motores lentos, pues con sólo dos modelos de un único fabricante (VTR..0, VTR..4) se cubre la totalidad de estos motores.

No es el caso de los motores de cuatro tiempos de media velocidad, donde se requiere la utilización de dos modelos de turbocompresor de un fabricante (VTR..1 y VTR..4) y tres modelos de un segundo suministrador (NA4x, NA34 y TCA). Se presenta, incluso, la situación adversa de que motores de la misma familia tienen turbocompresores diferentes, debido a las diferentes fechas de fabricación. Estas circunstancias, unidas al intercambio de turbocompresores entre motores y diferentes centrales, hacen que el seguimiento de las horas de trabajo de cada conjunto sea muy complejo [1].

## 2. ESTUDIO DE INTEGRIDAD DE LOS TURBOPRESORES VTR 564

La Central Diesel de Punta Grande dispone de una potencia total instalada de 230 MW. Situada en la isla de Lanzarote, es operada por ENDESA Generación a través de Unión Eléctrica de Canarias Generación. Diez motores diésel y dos turbinas de gas integran el parque de generación de la planta. Entre ellos, se encuentran dos grupos de 16 MW, provistos de un motor de dos tiempos Burmeister & Wain, tipo 10L67GBE, equipados con dos turbocompresores ABB VTR 564 cada uno.

Sus cuatro turbocompresores han alcanzado las 100.000 horas de funcionamiento, límite de vida útil que el fabricante considera para efectuar la recomendación de sustitución de la etapa compresora, el rotor y los álabes de la turbina. Ante el alto coste del programa de sustituciones propuesto por el fabricante y el tiempo necesario para su aplicación, se elaboró un estudio de integridad de los componentes afectados en el que basar la decisión final de su sustitución.

El estudio abarcó de manera global distintos aspectos de su integridad estructural, comenzando con una inspección por técnicas de ensayos no destructivos (END) clásicos, siguiendo con un estudio metalográfico y caracterización de sus materiales, y concluyendo con una simulación, por medio de un código de elementos finitos (EF), de sus condiciones de operación para conocer las tensiones presentes en el mismo.

Para ello, durante una de las revisiones generales del motor se desmontaron los turbocompresores y se acometieron las siguientes actividades:

1) Digitalización láser de los elementos principales para elaborar un modelo de comportamiento térmico-tensional con el Código ANSYS de elementos finitos [2].

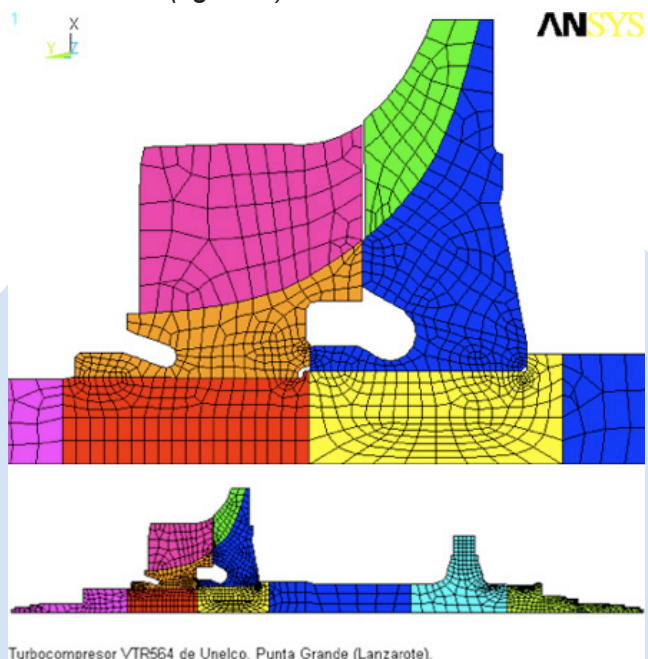
2) Extracción de mini probetas del rotor y mecanizado de probetas estándar de una rueda compresora de repuesto para determinar las propiedades mecánicas de los materiales.

3) Inspección exhaustiva, por métodos de ensayo no destructivos, de los componentes principales: rotor, etapa de compresión y álabes de la turbina.

Todas estas actividades tenían como objetivo profundizar en el conocimiento del estado estructural de los VTR 564 y estimar la vida remanente de los mismos de manera que se pudiese garantizar su funcionamiento seguro más allá de la vida de diseño recomendada por el fabricante.

## 2.1 Datos Necesarios y Consideraciones Aplicadas

La geometría de las piezas de los VTR 564 se obtuvo a través de la digitalización láser de uno de ellos, que fue posteriormente importada con el código ANSYS de elementos finitos para su tratamiento. Aprovechando parte de la simetría axial del turbocompresor se realizó un modelo en 2D con elementos axisimétricos de ocho nodos, aunque en la zona del compresor, las palas de las ruedas inductora y compresora, introducen una tridimensionalidad que se tuvo que considerar en los cálculos (figura 3).



Se extrajeron muestras del material del rotor para ensayarlas por la técnica del “Small Punch Test” (SPT), y se mecanizaron probetas estándar de una rueda compresora de repuesto para poder estimar, en ambos casos, la temperatura de transición de apariencia a la fractura (FATT), el límite elástico, el límite de rotura y la tenacidad a la fractura de los materiales.

Conocer estas propiedades era esencial para poder abordar el análisis térmico y tensional con el código ANSYS, con el que se pretendía determinar las tensiones presentes en los VTR 564 durante su operación. Con tal fin se solicitó a la central información sobre los parámetros de operación característicos: temperaturas y presiones del aire a la entrada y salida del compresor, de los gases de escape a la entrada y salida de la turbina de gas, caudales de aire y gases y velocidad de rotación a distintas cargas (50, 75, 80 y 100%). Adicionalmente, para poder reproducir los transitorios de arranque de los VTR 564, fue necesario disponer de la evolución temporal de dichos parámetros según las curvas de arranque aplicadas por la central (figura 4).

Figura 4. PROCEDIMIENTOS DE ARRANQUE DEL VTR 6 VARIACIÓN DE LA CARGA CON EL TIEMPO

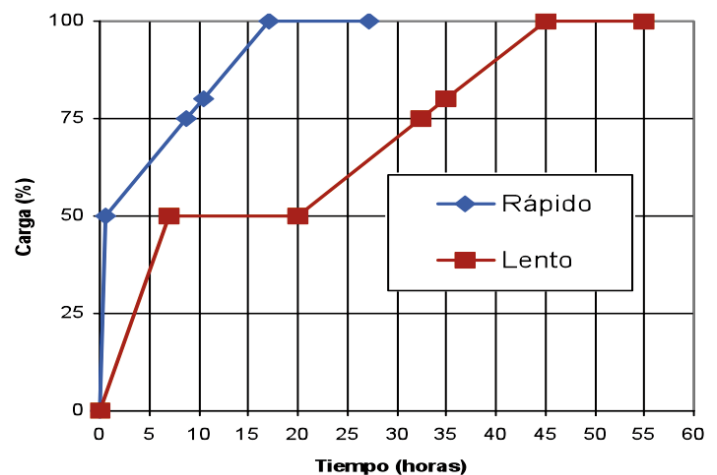


Figura 3.  
Modelo en 2D del VTR 564.  
Detalle de la zona del compresor

## 2.2 Determinación de las Temperaturas y las Tensiones

Las tensiones que se obtuvieron del análisis fueron la combinación de las tensiones de origen térmico y las de origen mecánico para los dos procedimientos de arranque del turbocompresor y hasta alcanzar el estado estacionario. Para determinar las temperaturas se utilizaron los elementos térmicos del ANSYS, con los que se resolvió la ecuación de transmisión de calor entre el fluido y el metal (por medio de los coeficientes de convección), y dentro del propio metal (considerando conducción).

Según las condiciones de operación del turbocompresor se calcularon los coeficientes de película con la expresión siguiente [3]:

$$h \text{ convección} = 0.0267 \frac{k}{r} (\text{Pr})^{0.6} (\text{Re})^{0.8}$$

donde,  $k$ , es la conductividad térmica del aire ( $\text{W/m}^\circ\text{C}$ ),  $r$  es el radio del punto para el cual se calcula el coeficiente  $h(\text{m})$ ,  $\text{Pr}$  y  $\text{Re}$  son los números de Prandtl y Reynoldos, respectivamente.

Adicionalmente, se consideró transmisión de calor por conducción en las zonas de contacto entre las ruedas primaria y compresora con el eje y en la zona de los encastrados de los álabes de la turbina. El coeficiente  $H$  de conducción se calculó según [4]:

$$H \text{ conducción} = \frac{654 * 10^3 K}{\pi r}$$

siendo  $K$  la conductividad térmica del material ( $\text{W/m}^\circ\text{C}$ ), a la temperatura considerada ( $^\circ\text{C}$ ) y  $r$ , la distancia radial (m) para la cual se quiere determinar el coeficiente de conducción.

Como resultado del cálculo térmico se obtuvieron las distribuciones de temperaturas en el turbocompresor para cada instante estudiado de los dos procedimientos de arranque y bajo las condiciones de operación normal.

Tras conocer las temperaturas lo importante es determinar aquellos instantes en los que el material ha experimentado los máximos y mínimos gradientes de temperaturas ya que es dónde se pueden haber producido las máximas y mínimas tensiones térmicas (dilataciones y contracciones del material) que hay que considerar en el

segundo análisis, o análisis tensional. A modo de ejemplo, en la figura 5 se muestra la distribución de temperaturas a los 30 minutos de arrancar el VTR 564 tras un arranque rápido ya que era el instante que presentaba un gradiente más acusado.

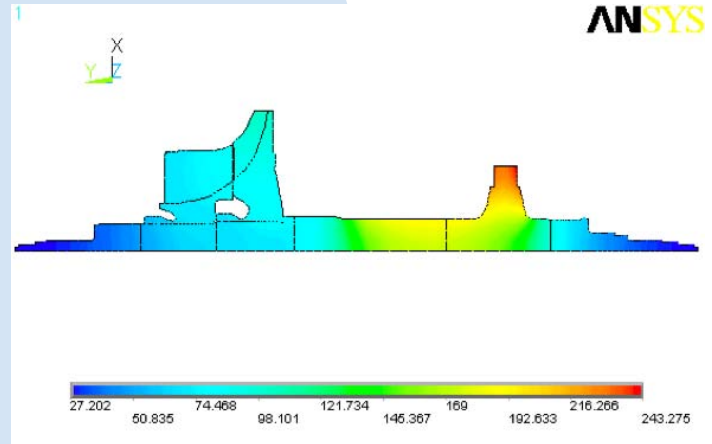


Figura 5. Temp. a los 30 min. Arranque rápido

Para abordar, posteriormente, el análisis tensional se sustituyeron en el modelo los elementos térmicos por otros de naturaleza estructural. Además de las fuerzas de origen centrífugo, se consideró el apriete circunferencial que las ruedas primaria y compresora ejercen sobre el eje del turbocompresor, por medio de unos elementos de contacto específicos del ANSYS. Se simuló la operación del turbocompresor durante los dos procesos de arranque y hasta alcanzar el estado estacionario al 100% de carga y como resultado se obtuvieron las tensiones axial, radial y tangencial o circunferencial ( $S_y$ ,  $S_x$  y  $S_z$  según los ejes de la figura) en cada uno de los instantes estudiados (figura 6).

Lógicamente la principal contribución al estado tensional del turbocompresor, proviene de las fuerzas centrífugas, ya que la velocidad nominal de giro a plena carga alcanza las 13.100 rpm. De las tres componentes de la tensión, ha resultado ser la circunferencial  $S_z$ , la tensión dominante en el modelo de forma generalizada, lo cual favorecerá la orientación axial de los posibles defectos en el VTR 564.

El valor máximo de la  $S_z$  se obtiene en la zona interior del lado salida de la rueda compresora dónde, para el estado estacionario, alcanza los 300 MPa (figura 6). Al ser este valor inferior al límite elástico del material, no cabe esperar su deformación permanente durante la operación normal del turbocompresor.

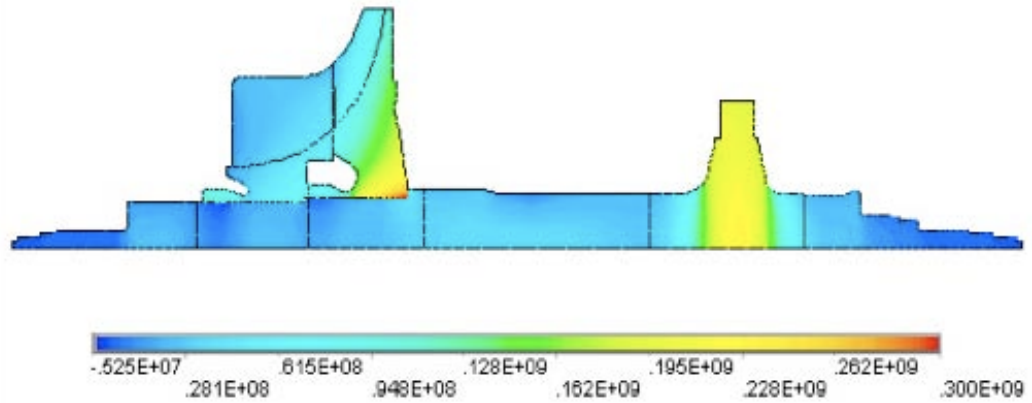


Figura 6. Tensiones en el estado estacionario. Detalle de la rueda compresora

### 2.3 Evaluación por Mecánica de Fractura

Al no reportarse ninguna indicación de defecto tras las inspecciones realizadas en el VTR 564 se procedió a evaluar dos defectos hipotéticos situados en las zonas más críticas del mismo. Las evaluaciones se enmarcaron dentro de los límites de la mecánica de la fractura lineal elástica (MFLE), asumiendo que no existe deformación plástica del material y que la redistribución de las tensiones por la presencia de un defecto se puede regir por el factor de intensificación de tensiones,  $K_I$  correspondiente al modo I de rotura.

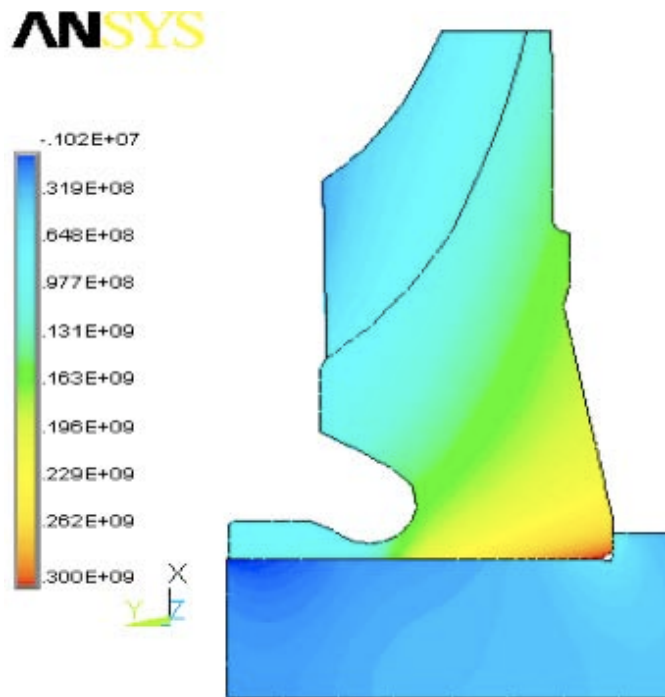
En la MFLE se asume que, cuando el valor del  $K_I$  alcanza un valor crítico o tenacidad a la fractura,  $K_{IC}$ , el material no puede conservar su integridad ante la propagación del defecto y éste comienza a crecer de manera inestable con riesgo de llegar a la rotura. Los factores  $K_I$  se calcularon con el código NASCRAC [5].

De la experiencia de otras máquinas rotativas se conoce que el desgaste del material viene originado, principalmente, por la fatiga a bajos ciclos, es decir, la fatiga asociada a los cambios de carga y a los arranques y paradas.

Una de las leyes universalmente conocida y usada, que refleja el crecimiento de un defecto bajo el efecto de la fatiga, es la ley de Paris [6]:

$$\frac{da}{dN} = C (\Delta K)^m$$

donde  $da/dN$  es el crecimiento en profundidad del defecto en un ciclo de carga,  $\Delta K$  es el rango



del factor de intensidad de tensiones,  $K_I$  en un ciclo completo (máximo- mínimo de tensiones) y  $C$  y  $m$  son constantes del material que dependen del ambiente y la temperatura [7].

Simulando el crecimiento a fatiga, se obtuvo el número de ciclos para el cual el  $\Delta K$  alcanzaba el valor de la tenacidad a la fractura del material, la profundidad del defecto en ese instante es el tamaño crítico y los ciclos correspondientes representan la vida remanente del componente. Aplicándole aquellos factores de seguridad que permitan la operación segura del turbocompresor se presentó, a la Central Diesel de Punta Grande, la siguiente recomendación: sustitución del compresor (rueda inductora y compresora) en un plazo no superior a 24 meses de operación o 34 ciclos de carga (para hacer la conversión de ciclos a horas de operación se consideró el historial del turbocompresor).

Esta recomendación se derivó del estudio de integridad realizado, es decir de las inspecciones realizadas, del estudio teórico elaborado y de los ensayos de materiales acometidos y representó una extensión de la vida de diseño del turbocompresor de un 17,5% con el correspondiente ahorro económico y de disponibilidad del motor.

#### **Otras conclusiones derivadas del estudio han sido:**

- Aplicación del estudio a otros seis turbocompresores, en otras dos centrales.
- Planificación de la sustitución de componentes con el consiguiente ahorro de costes.
- Creación de una cultura de análisis interno de los problemas en asociación con empresas de ingeniería de alto nivel.

## **REFERENCIAS**

1. Varios autores. Documentación de la Subdirección General de Producción de ENDESA Generación.
2. Código de elementos finitos, ANSYS, versión 7.1, de ANSYS, Inc.
3. ANSYS Technotes 4.2.3.
4. “Transmisión del Calor”, Alan J. Chapman.
5. Código NASCRAC, versión 3.0, de Failure Analysis Associates.
6. “Atlas of Fatigue Curves”, Howard E. Boyer, American Society of Metals.
7. “Fatigue and Fracture”, Volumen 19, ASM International. The Materials Information Society.

# Fiabilidad de Planta

## Un Enfoque Holístico



Gerardo Trujillo C. CMRP

Director General de Noria Latín América  
Vice-Presidente de Noria Corporation



**E**l mundo competitivo de la actualidad exige una planta esbelta para cumplir con los objetivos estratégicos de la organización y maximizar el retorno sobre los activos netos (RSAN).

Muchas empresas han entendido, ya sea por su visión estratégica o por resultados desalentadores y costosas experiencias, que para lograr los objetivos de una planta esbelta, es necesario que ésta sea confiable, y han tomado iniciativas para mejorar la Fiabilidad de sus plantas.

Es común ver plantas abrazando las estrategias de Mantenimiento Productivo Total (TPM por sus siglas en inglés), comprando equipos y tecnología para aplicar el mantenimiento predictivo e invirtiendo grandes sumas en software de gestión de mantenimiento.

Definir la Fiabilidad no siempre es fácil; sin embargo, todos tenemos claro su significado en el sentido cotidiano. Una persona confiable es aquella de la que uno puede depender en cualquier circunstancia. Un auto confiable es aquel en el que puedes ir de viaje a cualquier lado y sabes que no te dejará parado a mitad del camino. Entonces, una planta confiable es aquella que operará y producirá lo que sea requerido sin problemas. Desde el punto de vista de ingeniería, definimos la Fiabilidad como la probabilidad de que un equipo o componente pueda desempeñar la tarea especificada dentro de los parámetros de operación en un tiempo determinado. Esta definición un poco más abstracta nos permite realmente analizar más a fondo lo que significa la Fiabilidad. Al incluir la palabra “probabilidad”, entendemos que hay factores predecibles que la afectan de manera positiva y negativa, y al establecer los parámetros de función y tiempo determinado, sabemos entonces que la Fiabilidad no es algo eterno, sino variable en función de las

condiciones de operación y el paso del tiempo (generalmente disminuye).

### El dueño de la Fiabilidad

En mis actividades de consultoría por las plantas de América, tengo la oportunidad de trabajar con directores y gerentes de diversas industrias, a quienes generalmente les pregunto por el responsable directo de la Fiabilidad en su planta. Sorprendentemente, más de un 90% de las respuestas señalan al departamento de mantenimiento. Eso nos indica que la Fiabilidad no es bien comprendida del todo en su proceso, pero sí en los resultados y basada en la experiencia histórica de la pobre gestión del mantenimiento. Si una planta se detiene, generalmente el responsable es mantenimiento. Aunque en muchos casos esto puede ser cierto, hay ocasiones también donde mantenimiento es en realidad la víctima (o el chivo expiatorio).

Si mantenimiento no es el dueño de la Fiabilidad, entonces ¿quién es? Podemos hacer la analogía de la Fiabilidad con la calidad de la planta. Actualmente la industria reconoce que la calidad no es un área funcional, sino un objetivo que sirve para lograr las metas de la empresa. Sólo cuando la organización comenzó a crear la cultura de calidad, asignando responsabilidades a todos en la planta, rompió con el concepto del control de la calidad basado en inspecciones y pasó al de la gestión de calidad enfocada en la misión. La Fiabilidad no es muy diferente. Si usted cree que su organización tiene Fiabilidad porque algunas personas trabajan en eso, usted está cometiendo una gran equivocación.

Comenzaré por describir el **proceso** de la Fiabilidad y entonces permitiré que nuestros



lectores vayan haciendo sus conjeturas para ver si al final del artículo coincidimos. La Fiabilidad es un proceso que debe estar enfocado en la misión de la organización; en realidad es el resultado de todo un conjunto de actividades de diferentes divisiones o departamentos. La Fiabilidad es una función lineal (serial) interdisciplinaria donde cada uno de los elementos que la integran afecta positiva o negativamente el resultado de la siguiente función. La Fiabilidad, junto con otros facilitadores funcionales, permite que la planta alcance sus objetivos de disponibilidad, producción, calidad, seguridad y de impacto ambiental y, en última instancia, los objetivos de la misión de la corporación (maximizar el RSAN).

construye la planta mientras los equipos son comprados con anticipación y almacenados para ser instalados. Finalmente la planta es recibida y operaciones la pone en marcha. Con la planta ya operando, mantenimiento es ahora el responsable de la Fiabilidad. Miles de plantas en todo el mundo han sufrido este proceso de diseño aislado que genera plantas poco confiables, frustración y bajo RSAN.

El enfoque tradicional de construcción de las plantas está basado en “silos funcionales” que trabajan con objetivos y metas aisladas y que son recompensados de manera individual sin considerar los objetivos de la corporación. Vea la figura 2. Muchas veces los objetivos individuales representan una fuerza opuesta a los de la empresa. Así; Diseño tiene como objetivo diseñar una planta al menor costo posible en su construcción y la selección de los equipos. Las instalaciones son diseñadas para minimizar los costos de la construcción y los equipos son seleccionados pensando en el menor costo posible de compra y nunca bajo el concepto del costo del ciclo de vida. Todos sabemos que hay muchos equipos que tienen un bajo costo inicial, pero un alto costo de operación (consumo de energía, ajustes, tiempo de cambio de proceso, etc.) y también sabemos que hay equipos que tiene vida más larga y requieren menos mantenimiento que otros. Adicionalmente hay quienes tienen costos de reparación más altos por la disponibilidad de piezas o por la facilidad para hacer las tareas de mantenimiento (una característica conocida como mantenibilidad).



Figura 1

La Fiabilidad es el sub-producto del Diseño, Compra, Instalación, Operación y Mantenimiento de la planta. Asumir que una sola de las áreas funcionales anteriores puede producir el resultado deseado de Fiabilidad es ilógico. Veamos por qué:

La figura 1 ilustra el proceso tradicional de diseño de una planta o proceso. En este enfoque, la estrategia de mercado y la visión estratégica de la empresa determinan que una nueva planta o proceso debe ser instalado para producir un bien. El área de ingeniería diseña el proceso de acuerdo con la demanda esperada del producto y los estimados del mercado, se determinan los equipos de proceso e instalaciones necesarias para la planta y se generan las especificaciones de compra de estos equipos y los requerimientos de instalaciones de la nave industrial. Un contratista

Si esto lo transportamos al concepto físico de vectores, entonces tenemos un vector que trata de colaborar con los objetivos de la empresa, construyendo una planta o proceso con los menores recursos y otro vector de diferente magnitud y de dirección opuesta que afectará a la operación, al mantenimiento y que consumirá tiempo valioso de producción y recursos. El vector resultante (la suma de estos vectores) que contribuye a los objetivos de maximizar el retorno económico de esta inversión a lo largo de la vida del proyecto será muy pequeño.

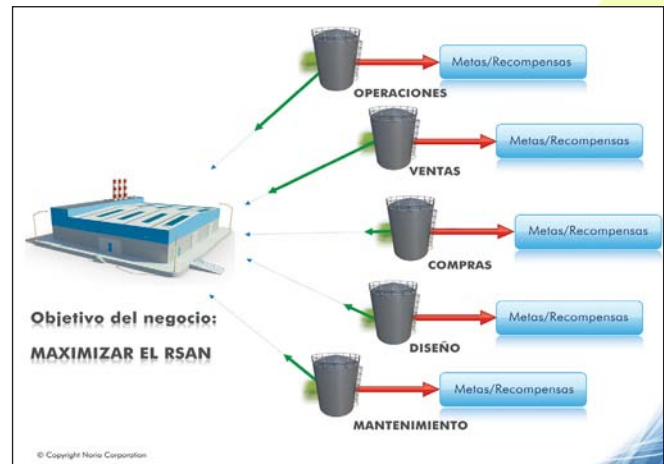


Figura 2

Entonces, tenemos una planta que ha sido genéticamente mal diseñada. Nosotros definimos esto como Diseño No Adecuado (DNA). Este DNA afectará negativamente a la planta por el resto de sus días, de la misma forma que una persona que tiene por herencia los genes de insuficiencia cardíaca, tendrá toda su vida que soportar una actividad limitada y requerir de medicamentos y tratamiento permanente. Claro, la ventaja es que en una planta existe la posibilidad de una operación (re-diseño) que pueda revertir el proceso, mientras que en las personas esto es algo que está aún en desarrollo.

### Un problema compuesto

Para explicar cómo el tema de la Fiabilidad es compuesto, es decir, las acciones de una función pueden afectar positiva o negativamente en el resultado final, o verse destruidas por las siguientes funciones, continuaremos con el proyecto de una planta nueva desde el enfoque tradicional para ver sus efectos. La planta ha sido diseñada por Ingeniería de acuerdo con el enfoque del menor costo posible de inversión. Adquisiciones (compras) recibe las especificaciones de construcción y equipos para el proyecto, y de acuerdo con sus objetivos de minimizar los costos de adquisición (trabajando nuevamente como silo) licita la construcción de la planta al menor costo y procede a comprar los equipos. En muchas ocasiones, la falta de conocimiento y comprensión de lo que se debe comprar, hace que se compren equipos por debajo de los requerimientos reales o con una versatilidad limitada. Otras veces hemos sido testigos de cómo en el proceso de compra se eliminan “accesorios” de las máquinas para aligerar el precio, pero que limitan la “operabilidad” (capacidad para ser



operados fácilmente) o mantenibilidad de los equipos en su vida productiva. Como resultado tenemos un pobre diseño y proceso de compra centrado en precio que afectarán la siguiente función: Instalaciones y Decomisionamiento.

La planta está construida, los equipos comprados. Sólo resta instalarlos. Es obvio que los equipos no llegan a la planta el día que deben ser instalados, por lo general llegan días (algunos meses) antes y son almacenados hasta su instalación. De las condiciones de almacenamiento y conservación depende que el equipo pueda operar adecuadamente y tener la duración esperada. He sido testigo muchas veces de las pobres condiciones de almacenamiento de equipo nuevo valiosísimo, a la intemperie, sin protección, y perdiendo su vida y Fiabilidad. Como quien instala no es el mismo que opera o mantiene, esto no les importa; con que el equipo arranque, la misión está cumplida. Otra de las tareas clave en la Fiabilidad de la planta es el decomisionamiento o preparación del equipo para operar. La falta de procedimientos y cuidados apropiados en esta área pueden ocasionar la famosa “mortalidad infantil” de los equipos. Esto es, que los equipos fallen durante las primeras horas o meses de operación por falta de cuidado y técnica en el arranque. Aplicar técnicas de instalación de precisión (alineación láser, balanceo dinámico, lavado de líneas y lubricantes filtrados, etc.), puede hacer la diferencia entre una planta que arranca sin problemas y se mantiene confiable y otra que vive la zozobra de las fallas sin previo aviso.

Con la planta montada, Operaciones tiene que cumplir con su meta de producción. ¿Cuál es el aporte de esta función a la Fiabilidad? Operar para la Fiabilidad significa mantener los equipos dentro de sus capacidades de diseño,

no exigirle entregas por arriba de su capacidad, y entregar el equipo cuando es requerido para sus tareas de mantenimiento. Sin embargo, otra vez los silos aparecen en este entorno. Los objetivos de la producción, son aislados de los de otros departamentos. Se deben cumplir las metas de producción y si para ello hay que trabajar a mayor capacidad, se debe hacer sin importar las consecuencias que esto ocasione al equipo. Si para cumplir la cuota de producción (y merecer el bono) es necesario eliminar paros de mantenimiento, entonces que se espere el mantenimiento. El resultado: una máquina (planta) no mantenible y por consecuencia no confiable.

Mientras mayor sea la carga a la maquinaria, su vida esperada será menor, los ciclos de mantenimiento deberán ser ajustados a las nuevas condiciones o la máquina debería ser re-diseñada para esta nueva carga. Si no se proporcionan los cuidados básicos a los equipos, entonces su vida se verá reducida. El resultado: las máquinas fallarán intempestivamente o durarán menos de lo esperado.

Por supuesto que Mantenimiento tiene su participación en la Fiabilidad. No se trata de quitarnos todo el peso, sino de asignar el aporte de cada función. Mantenimiento debe aplicar técnicas que ayuden a eliminar las causas de falla de la maquinaria. El enfoque de mantenimiento debe ser el de no hacer mantenimiento. Esto es utilizar estrategias de monitoreo de condición, eliminación de las causas de falla, planear y programar las actividades para que la función de operación se vea menos afectada. Sin embargo, en el enfoque tradicional, mantenimiento tiene sus propios objetivos. Cumplir con las tareas preventivas (aunque sean innecesarias), cumplir los paros de planta a tiempo, cumplimiento de las órdenes de trabajo y mejorar los tiempos de reparación. En muchas ocasiones son las mismas tareas de mantenimiento las que ocasionan los problemas por desconocimiento o falta de preparación al efectuar la tarea.

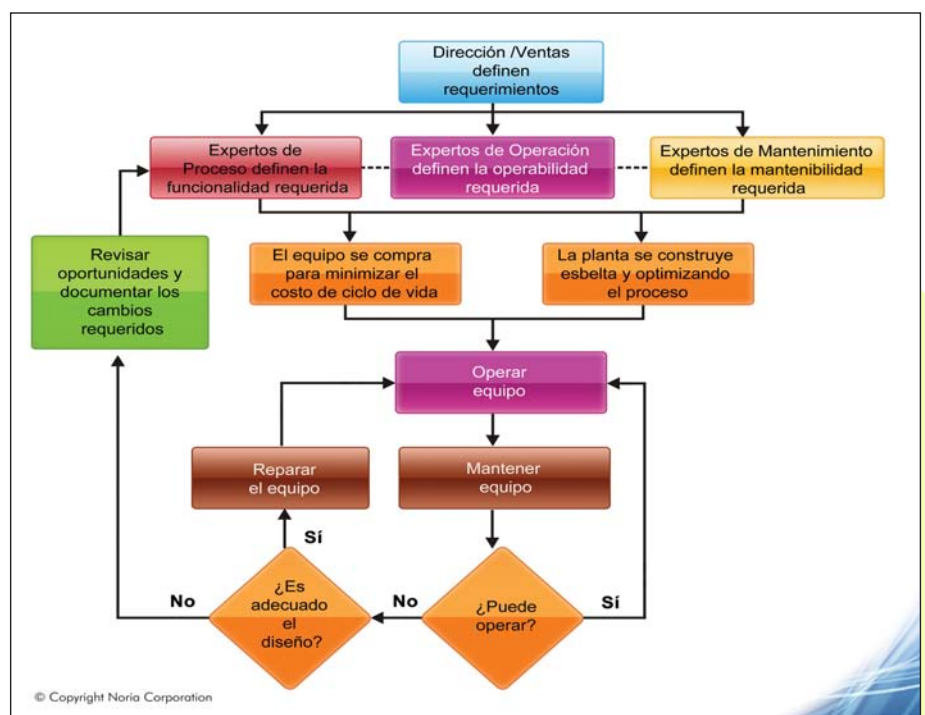
El mantenimiento debe ser re-concebido bajo una estrategia proactiva y esbelta. El objetivo de mantenimiento no debe ser el de reparar eficientemente, sino el de no reparar. Analizar los modos de falla e identificar sus causas para controlarlas o efectuar re-diseño para eliminarlas definitivamente.

Cuando los presupuestos se recortan por las condiciones económicas como las que se viven en esta gran crisis económica mundial, la tentación de eliminar algunas tareas de Fiabilidad y mantenimiento puede ser de consecuencias catastróficas. Por otro lado, las inversiones que se hagan en la mejora de la Fiabilidad de la planta podrán significar la diferencia entre mantener la planta o cerrarla. Según investigaciones del Profesor Rabinowicz del Massachusetts Institute of Technology (MIT), el costo de reparación de los componentes mecánicos representa cerca del 6% del PIB de los Estados Unidos. Este número no considera el efecto de paros de la producción, las pérdidas de cuentas, penalizaciones, y en muchos casos el cierre de negocios.

### Ajustando el enfoque por una planta esbelta y confiable

El enfoque actual establece una visión por la misión de la organización: maximizar el RSAN. Desde la planeación de la planta, todos los departamentos colaboran en su diseño y se

Figura 3



mantiene clara la visión de la maximización del RSAN durante toda la vida del proyecto. Diseño, Operaciones y Mantenimiento trabajan de manera colaborativa (muchas plantas utilizan la filosofía de Mantenimiento Productivo Total) con la dirección estratégica para decidir el proceso, la maquinaria y la configuración de la planta, de tal manera que elimine desperdicios y permita una operación adecuada con equipos mantenibles. Las decisiones de compra de los equipos se hacen desde la perspectiva de optimizar el costo de ciclo de vida (costo de compra + costo de instalación + costo de operación + costo de mantenimiento + costo de posesión + costo de actualización o mejora (up-grade) – costo de recuperación). Las decisiones deben considerar la operabilidad del equipo y la disponibilidad de información relacionada con su Fiabilidad inherente, así como la facilidad para efectuar las tareas de mantenimiento y su frecuencia. Vea la figura 3.

Operaciones y Mantenimiento se mantienen involucrados en el proceso de recepción de los equipos, su almacenamiento temporal, instalación, decomisionamiento y puesta en marcha. La utilización de técnicas y procedimientos de precisión en esta etapa permiten que la curva de la bañera se aplane (el riesgo disminuye) en la región de mortalidad infantil. Vea la figura 4.

Con la planta instalada, Operaciones y Mantenimiento trabajan de manera colaborativa para cumplir con los objetivos de la organización. Los equipos trabajan en condiciones ideales y la comunicación reemplaza la lucha interna. Mantenimiento trabaja proactivamente efectuando el análisis de los modos de falla de los equipos, calificando su impacto en los objetivos del negocio y diseñando el plan y programa de mantenimiento que elimine y disminuya estas causas de fallas críticas. Minimiza los paros e intervenciones intrusivas a la maquinaria y optimiza el uso de las técnicas de monitoreo de condición. Decide cuándo hay que utilizar otras herramientas de diagnóstico como Análisis de Causa Raíz y Mantenimiento Centrado en Fiabilidad, por mencionar algunas. El entrenamiento y la certificación de los profesionales de su grupo son funciones primarias que complementan su estrategia y no casualidad. En esta nueva estrategia y visión, todos son medidos y recompensados en función del indicador único de la organización.

Cuando una falla ocurre en la maquinaria, se forman grupos interdisciplinarios para efectuar el análisis correspondiente y se decide el grado de profundidad que debe ser aplicado. Existe un ciclo de colaboración y retroalimentación entre Diseño, Adquisiciones, Operaciones y

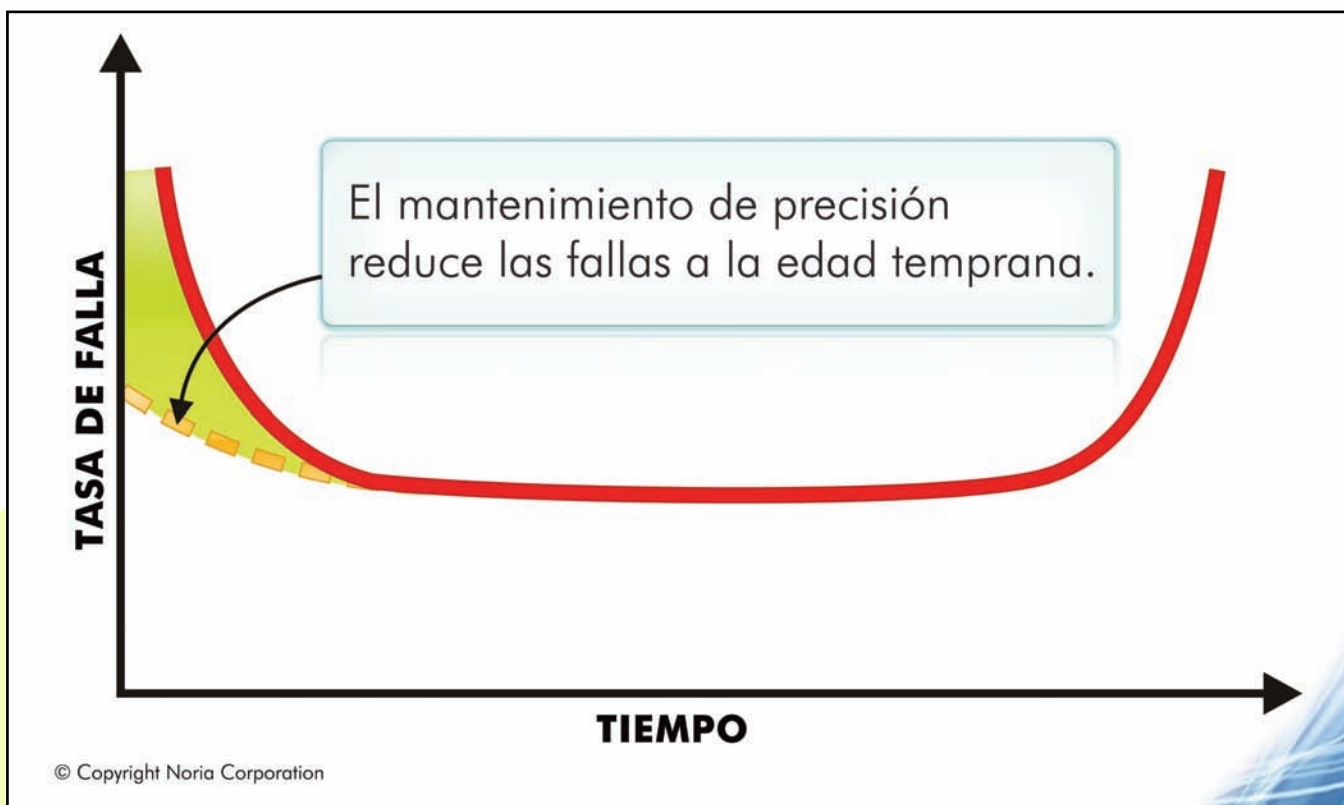


figura 4

Mantenimiento para definir las necesidades de re-diseño, garantías y futuras compras de equipo o modificaciones al proceso o ampliaciones de capacidad.

Muchas empresas en México y en otras partes de Latinoamérica ya trabajan bajo estos conceptos y dedican una gran cantidad de recursos en la planeación y rediseño de sus estrategias de Fiabilidad. Sólo por mencionar un par de ejemplos, en varias de las divisiones de Pemex se trabaja arduamente en la implementación de esta visión y la transformación cultural necesaria. Se ha creado la posición de Ingeniero de Fiabilidad para coordinar este esfuerzo en sus instalaciones. La división de Gas y Petroquímica Básica ha sido pionera en el desarrollo de la visión, e incluso ha certificado a varios de sus profesionales en Fiabilidad y Mantenimiento (CMRP) por la SMRP [www.smrp.org](http://www.smrp.org). Muchos profesionales de las demás divisiones de Pemex y otras empresas ya se han certificado internacionalmente en esta disciplina.

Mientras dictaba un curso de Estrategias de Fiabilidad en Brasil, uno de los participantes de una de las mineras más grandes del mundo (Vale do Rio Doce) compartió conmigo la estrategia previa a la construcción de sus nuevas plantas de procesamiento de mineral. Este es uno de los desarrollos más importantes y completos de planeación del negocio basado en la Fiabilidad que he visto en mi vida. Por supuesto, he sido también testigo de casos opuestos en minas nuevas y otras industrias en México, en donde la visión tradicional persiste y no existe el deseo de cambiar.

## CONCLUSIONES

Entonces, ¿Estamos de acuerdo?

La Fiabilidad no es una tarea funcional que pueda ser asignada a un grupo o a una persona.

Todos los departamentos deben estar unidos para lograr este objetivo y sus metas alineadas con la visión del negocio.

Esta puede ser nuestra mayor oportunidad de contribuir con la misión de la organización a través del trabajo en equipo.

Es hora de comenzar a cambiar nuestro enfoque en cuanto a la Fiabilidad de la planta, empezando con un cambio de actitud.

Esta es nuestra visión de la Fiabilidad en un entorno esbelto y con enfoque en el negocio.

Estamos muy interesados en escuchar su punto de vista.

# Importancia de los Sistemas SCADA en el Mantenimiento



Jorge Martín Galán

Jefe del Departamento de Mantenimiento del Aeropuerto de Gran Canaria. AENA

Desde hace bastantes años, es difícil concebir una instalación electromecánica, ya sea de producción, auxiliar o de cualquier tipo, que sea medianamente compleja y carezca de automatización de los procesos, así como la supervisión de la misma a través de sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos)).

Si bien supone una decisión importante, entre otras cosas por el desembolso económico que supone, la dotación de un sistema SCADA para una instalación compleja facilita, en gran medida, las labores de operación y mantenimiento, lo cual repercute, según el criterio del que suscribe, y de la gran mayoría de los implicados en las labores de mantenimiento, en un ahorro a medio y largo plazo. Este ahorro se refleja tanto en los costes directos como indirectos de mantenimiento, puesto que se trata de una herramienta muy potente que facilita la detección de mejoras, que generan mayores rendimientos en la producción y por ende, en el gasto de mantenimiento.

Como bien digo, los que creemos firmemente que un buen mantenimiento no es un gasto sino una rentable inversión para las empresas, no podemos quedarnos al margen de todas las herramientas que supongan una optimización de las labores de mantenimiento, y eso es precisamente una SCADA,

una potente herramienta, la cual hay que explotar en toda la dimensión que ofrece, con el fin de que nos sirva, no sólo a la producción sino, también al mantenimiento.

Vamos a poner como ejemplo, una instalación característica de un aeropuerto, el sistema de tratamiento de equipajes.

## ANTECEDENTES

El Aeropuerto de Gran Canaria contaba, hasta el año 2007, con un sistema sencillo de tratamiento de equipajes, consistente en 88 mostradores de facturación que entregaban los equipajes a 9 hipódromos con el siguiente esquema:

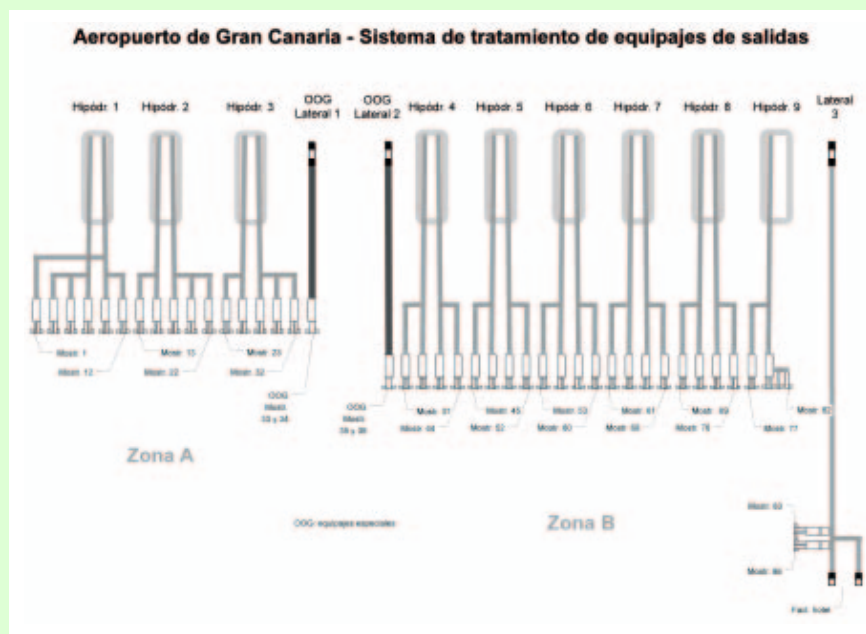


Fig.1

A groso modo, el pasajero entregaba una maleta en el mostrador, y el sistema se encargaba de transportarla hasta los denominados hipódromos situados en los patios que se encuentran en la zona restringida del Aeropuerto, donde los operarios de handling se encargan de trasladarlas a las bodegas de los aviones una vez fuesen inspeccionadas por los Servicios de Seguridad del Aeropuerto.

## MODIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Las restricciones de seguridad impuestas por las directrices Europeas, consecuencia de los acontecimientos de inicio de siglo, en cuanto al terrorismo internacional, condenaban a este tipo de instalaciones a que se renovaran por completo con el fin de asegurar que todo equipaje que entrase en un avión estuviese convenientemente inspeccionado. La única forma de garantizarlo, era insertando en todo el circuito que recorre un equipaje hasta llegar a los operarios de handling, equipos de inspección, de forma que la operación estuviese completamente automatizada y gobernada por PLC's industriales, complementando todo el conjunto con sensores y actuadores, garantizando que el 100% de los equipajes se traten, reduciendo el error humano a la mínima expresión.

A nivel lógico, los equipajes han de pasar por tres niveles de seguridad:

- **Nivel 1:** En el que los equipajes son inspeccionados, asignándoles por defecto el estado de "no aprobado". Sólo si un equipaje es declarado como aprobado de forma inequívoca, podrá ser trasladado a la bodega de un avión.
- **Nivel 2:** Este es el nivel de decisión, es decir, una vez se inspecciona el equipaje con una máquina de rayos X, este será declarado aprobado o no, bien de forma automática por la propia máquina de inspección, bien por un operario experto que recibe la imagen de inspección generada por la máquina. Cualquier indecisión en este punto, provoca que la maleta entre en un bucle denominado de reinspección con el fin de que vuelva a entrar en máquina y se decida al respecto.
- **Nivel 3:** Este nivel es el de rechazo, es decir, la maleta ha generado una imagen al

operador experto por detectar anomalías en su interior, y si se confirman visualmente, se trasladan a este nivel de rechazo, que impide que pase el equipaje automáticamente a la bodega.

El Edificio Terminal tiene nueve sistemas idénticos de tratamiento de equipajes con inspección, uno por cada hipódromo. La descripción que se hace a continuación se aplica idénticamente a todos los sistemas.

Los equipajes procedentes de los mostradores de facturación son transportados mediante cuatro, cinco o seis cintas transportadoras, una por cada pareja de mostradores, que finalmente se unen en dos cintas que los dirigen hacia cada una de las dos ramas de inspección existentes en cada hipódromo. Estas cintas están interconectadas mediante dos desviadores horizontales y una cinta transportadora reversible, de modo que todos los equipajes pueden dirigirse hacia una de las dos ramas en el caso de que la otra estuviera inutilizada. Cada rama dirige los equipajes a las cintas transportadoras separadoras situadas justo antes de la máquina de inspección por rayos X con EDS del nivel 1.

En los puntos apropiados, se disponen dispositivos de vuelco de los equipajes para asegurar que todos los equipajes son transportados en disposición tumbada. Los equipajes son separados a su entrada a la máquina de inspección mediante las tres cintas transportadoras separadoras y la propia cinta transportadora de la máquina de inspección. La posición de cada equipaje sobre la cinta transportadora es detectada por una serie de células fotoeléctricas retrorreflexivas situadas por encima. La cinta transportadora de la máquina de inspección transporta los equipajes con una distancia mínima entre ellos de 50mm, con el fin de evitar errores de identificación individual de cada maleta. A medida que cada equipaje interfiere la célula fotoeléctrica situada a la entrada a esta cinta, el PLC asigna el siguiente índice de identificación y el estado de seguridad "no aprobado" y registra su longitud.

Las dimensiones del equipaje son verificadas justo antes de la entrada a la máquina de inspección para asegurar que están dentro de las limitaciones impuestas por la máquina. El exceso de altura es detectado por un detector de gálibo dispuesto por encima, mientras que el exceso de longitud es detectado contando el tiempo en que

la célula fotoeléctrica está bloqueada, o mediante dos células fotoeléctricas con una separación entre ellas igual a la longitud máxima. Cuando se detecta un equipaje que excede alguna de las dimensiones aceptables, el sistema completo se detiene y genera una señal de alarma que avisa a los operadores de control, quienes deben reorientar adecuadamente el equipaje o retirarlo de esta línea y transportarlo a la máquina para equipajes especiales más próxima antes de arrancar de nuevo el sistema mediante un pulsador situado junto a los detectores.

Los equipajes pasan sin detenerse a la máquina de inspección. La máquina detecta la entrada del equipaje con su propia célula fotoeléctrica de entrada y solicita el índice de identificación correspondiente al PLC. Más adelante, la máquina de inspección transmitirá el estado de seguridad y el índice de identificación de vuelta al PLC mientras el equipaje circula a lo largo de la zona de seguimiento.

Dentro de un intervalo de tiempo fijado después de que el equipaje es sometido a la inspección en el interior de la máquina de inspección, la máquina transmite al PLC la decisión sobre el equipaje tras la inspección en el nivel 1. Una decisión de equipaje aprobado asignará al equipaje el estado de seguridad “aprobado” y, si no es un equipaje con seguimiento perdido o sin datos en el nivel 1, será dirigido automáticamente hacia el hipódromo en el punto de desvío correspondiente. Si la decisión es de equipaje no aprobado, el estado de seguridad se mantiene “no aprobado”, la decisión queda registrada para fines estadísticos y la

imagen recogida por la máquina de inspección se transmite al operador de inspección de nivel 2 para su análisis y consiguiente aprobación o rechazo.

Una decisión de equipaje aprobado asignará al equipaje el estado de seguridad “aprobado”. Si esta decisión se toma antes de que el equipaje alcance el punto de decisión del nivel 2, y si no es un equipaje de seguimiento perdido, será dirigido automáticamente hacia el hipódromo en este punto. En caso contrario, el equipaje es desviado a una serie de cintas transportadoras de espera mientras la imagen es analizada en el nivel 3 por parte de un operador más experto que dispone de un tiempo mayor para su análisis.

Estas cintas permiten la acumulación de varios equipajes cuya imagen está siendo analizada en dicho nivel, de modo que no se produce el bloqueo de la línea principal de la zona de seguimiento, excepto en el caso que se acumularan demasiados equipajes en espera para la inspección en el nivel 3.

En el punto de inspección de nivel 3, uno por cada zona de facturación, se reciben todos los equipajes no aprobados del patio y se inspeccionan por personal especializado. En caso de su aprobación, los equipajes se llevan manualmente al carrillo o hipódromo correspondiente. En caso de necesitarse su conciliación con el pasajero, se lleva a la sala, para su apertura.

Los equipajes especiales son inspeccionados de uno en uno, en el patio de carrillos mediante inspección manual. El equipaje se introduce

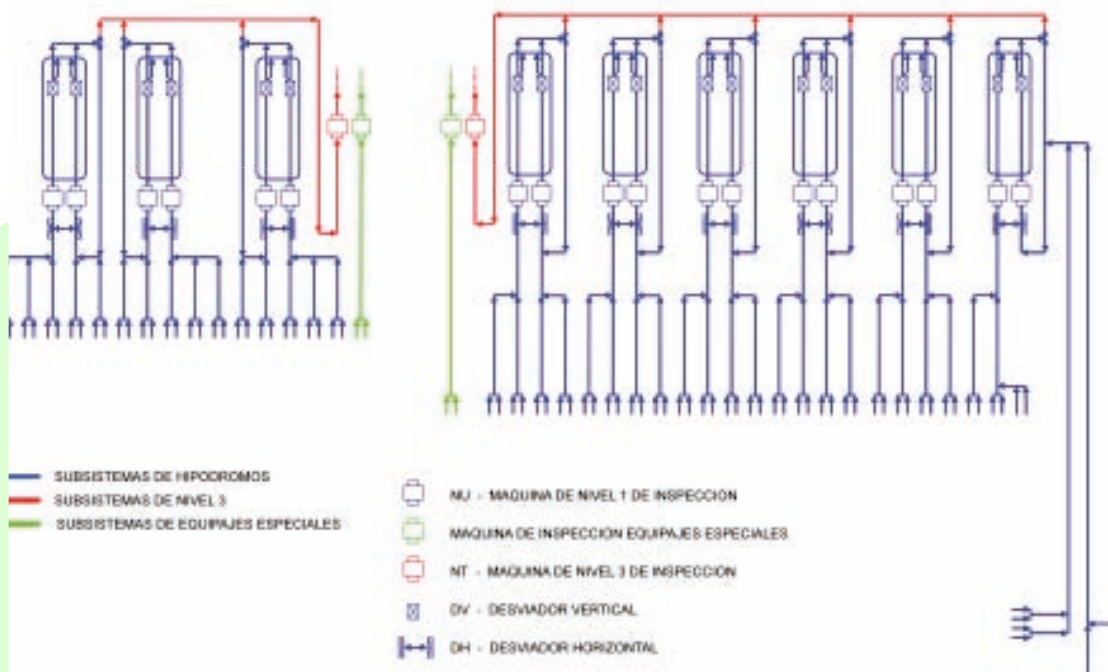


Fig.2



manualmente en la máquina de rayos X convencionales. La imagen se transmite a un inspector para su análisis. A la salida de la máquina el equipaje se carga en el elemento de transporte correspondiente, si ha sido aprobado, o se aparta para su inspección adicional, en caso contrario.

La integración de los sistemas de inspección de equipajes requiere una remodelación sustancial de los sistemas de tratamiento de equipajes existentes y propuestos para proporcionar las características que son requeridas en un sistema de inspección integrado.

Cada sistema de inspección de equipajes estará configurado para operar a una capacidad ligeramente por encima de la demanda correspondiente para permitir un grado de confort y capacidad para las puntas.

De forma esquemática el sistema pasa a ser como se representa en la figura 2.

## DESCRIPCIÓN DEL SCADA DE CONTROL

La información residirá en los autómatas programables (PLC's) que gobiernan la instalación, tratándose esta información en el sistema SCADA de forma que un operador pueda gestionarla de forma cómoda, e incluso guiada.

Es importante indicar que, aunque toda la información se encuentre disponible en el sistema de control y sea posible la ejecución de órdenes desde él, la responsabilidad del control de la instalación recae en los PLC's. De esta forma el SCADA es una mera herramienta de supervisión y control, pero en caso de que este no funcione, el sistema tiene que seguir trabajando de forma autónoma, gobernado por los propios autómatas.

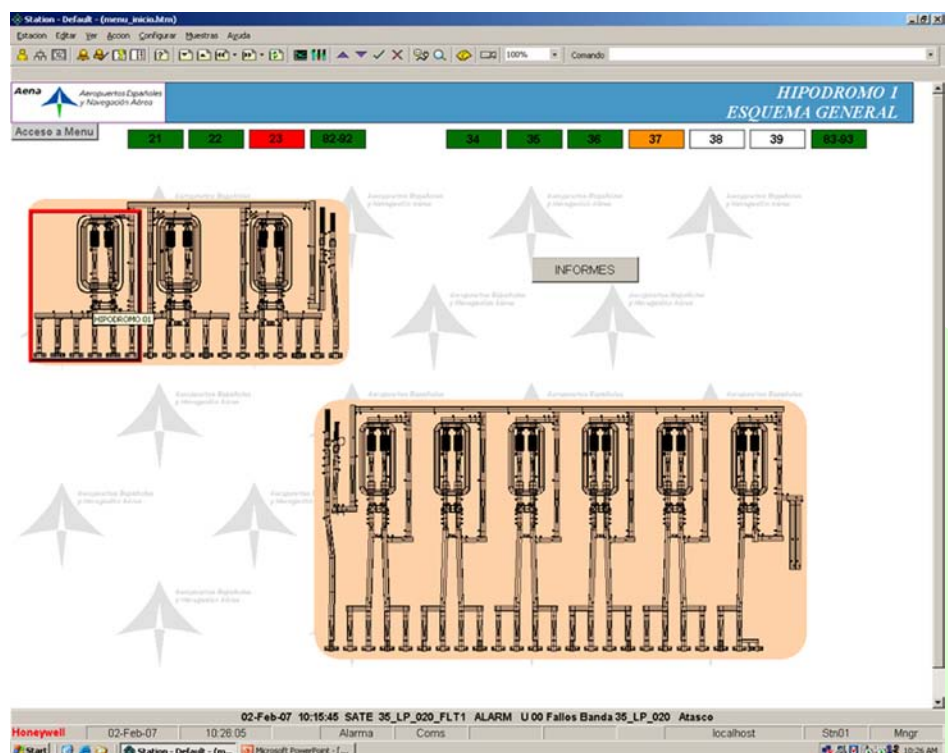
La forma de presentación de información al operador se realiza mediante sinópticos, en los cuales se establece una relación biunívoca entre cualquier elemento y su representación gráfica.

Los distintos niveles se estructuran de la siguiente forma (se adjuntan pantallas de ejemplo):

- El nivel superior es el de sistema, desde el cual se podrá acceder a los distintos sinópticos de los subsistemas para consultar el valor de los parámetros supervisados, es decir al nivel de subsistema: (Ver figura 3).
- Desde el sinóptico particular de un subsistema se podrá acceder al sinóptico de cada elemento que lo compone: (Ver figura 4).
- En el sinóptico de elemento se podrá observar toda la información proporcionada por este elemento y si es posible, ofrecerá la posibilidad de operarlo.
- La ficha de cada elemento se obtendrá desde el sinóptico de un determinado elemento.

También existirán un grupo de ventanas, denominadas sinópticos complementarios que no se pueden englobar en ningún nivel anterior y que también son relevantes. Estos grupos incluirán también sinópticos, para lista de señales, históricos, informes, mantenimiento, parametrización, etc. (Ver figura 5).

Fig.3



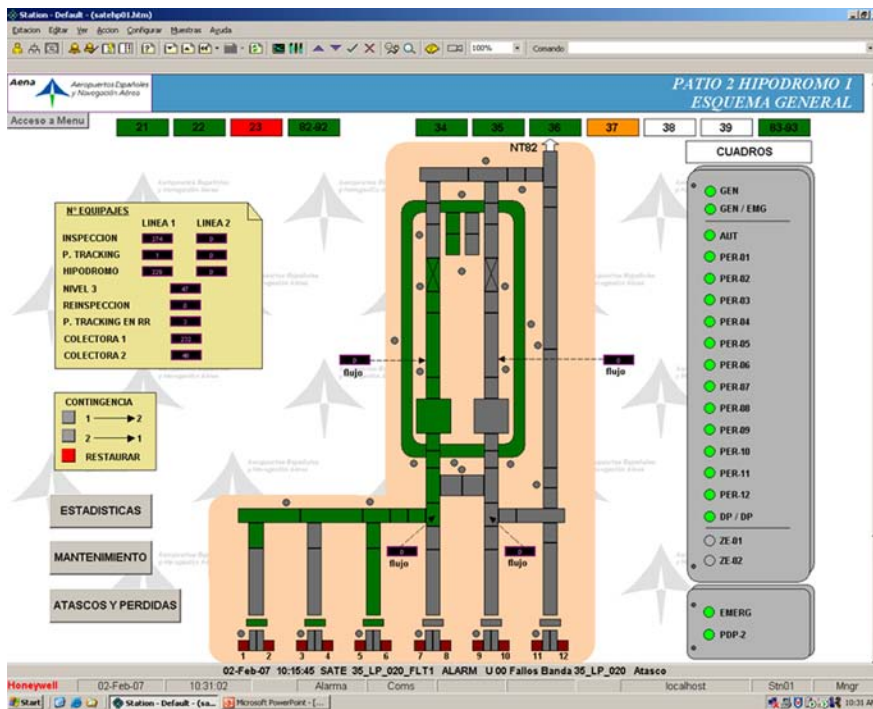


Fig.4

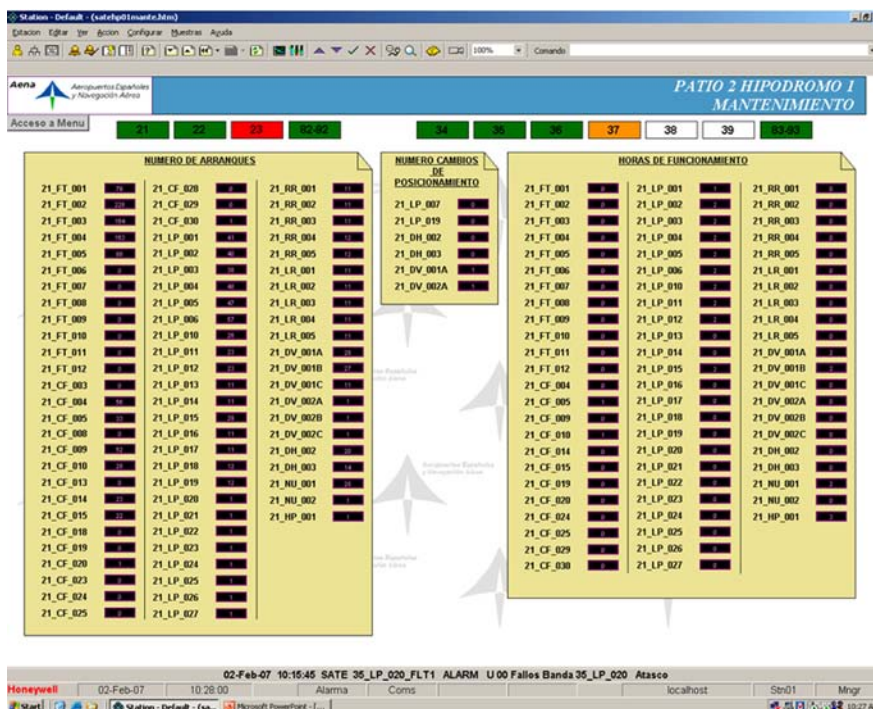


Fig.5

## CONCLUSIONES

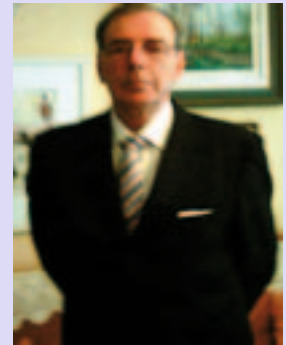
Como vemos, la complejidad de una instalación electromecánica (de diseño o por evolución como es este caso), aconseja la dotación de sistemas SCADA, que si bien a priori añaden elementos, acaban repercutiendo en la operatividad y mantenibilidad de la instalación, mejorando tiempos de respuesta puesto que desde un puesto de supervisión se tiene control de todos los recovecos del sistema, un histórico de fallos, y datos que facilitan el estudio para optimizar los

trabajos de mantenimiento en todas sus facetas: preventivo, predictivo, correctivo y modificativo.

Basta imaginar el dimensionamiento de medios humanos y técnicos que requeriría la operación y mantenimiento de este sistema propuesto, sin un SCADA que facilitase la labor. La localización de averías se eternizaría, los estudios de operatividad y mejoras serían muy tediosos y los recursos necesarios para abarcar todas las incidencias de un sistema que además resulta esencial, serían desproporcionados.

# Visión Retrospectiva de la Evolución Técnica

## En el Proceso Industrial en el Apartado del Mantenimiento



José Mariano Solanot Parés

Hasta la jubilación, Director Técnico de las tres Fábricas de Alicante, Albacete y Alcoy en la Empresa Harinas Bufort S.A.

Co-fundador, Directivo y Presidente de la Asociación Cultural y Técnica de Molineros de España.

Diplomado de Honor del Instituto de Molinería.



**(De cuando no había ordenadores, móviles, ni Internet; y los robots y los teléfonos, como algunos coches, funcionaban con manivela)**

### **M**antenimiento.

Concepto considerado como vital en el desarrollo de la industria en general. “Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que edificios, servicios e industrias puedan seguir funcionando adecuadamente.” Esta definición encaja en el argumento principal de esta “visión” que voy a intentar exponer, sabiendo que muchos lectores considerarán que esto es ciencia ficción a la inversa, esto es, volver a las cavernas. Pero no. Como diría el clásico “No ha mucho tiempo en que...”

Quienes hemos vivido la evolución del progreso tecnológico actual, y el uso que se hace de los adelantos de la Tecnología en las tareas normales de cualquier industria, no podemos olvidar las limitadas prestaciones que en la década de los 40-50 del siglo pasado, nos deparaba la precaria situación de aquellos años, para poder desarrollar nuestro trabajo. Hablo, perdón, escribo, desde mi experiencia en la fabricación de harinas, cómo podíamos **mantener** todos los elementos del parque de maquinaria y elementos auxiliares en las mejores condiciones para conseguir que lo que producíamos saliese al mercado.

El principal elemento de cualquier industria es cómo producir la energía que active el movimiento de las máquinas. Antes de los motores eléctricos, había motores de explosión o fuel y antes... agua. Yo viví la experiencia de trabajar en un taller de reparación y fabricación de maquinaria (en especial de madera) cuyo “motor” principal era una turbina movida por un caudal de agua. Y para funcionar, mediante correas, transmisiones y poleas, y conseguir la regularidad en las revoluciones y el ritmo adecuado; la rejilla por la que entraba el agua, había que **mantenerla** limpia de hojas de árbol, ramas o papeles. Aquel rastrillo era una gran herramienta en el **mantenimiento** de aquel centro de trabajo.

Después aparecieron unos motores alemanes de fuel (Krosley). Estos movían las transmisiones mediante unas grandes poleas en forma de volantes y unas correas igual de grandes. Principal preocupación, correa rota, fábrica parada por horas. Las correas no se pegaban, había que coserlas a mano detenidamente. **Mantener** estas correas en perfecto estado era importante. Luego, dada la escasez de energía eléctrica, aparecieron los motores de barco acoplados a alternadores que producían la electricidad para mover los

motores de la fábrica. Bueno, en un principio, era “El Motor”, solo había uno para todo, y lo más importante era “mantener” aquel motor lo más regular posible. El voltaje inestable no ayudaba a la buena marcha de la fábrica.

El correcto funcionamiento de aquellos motores dependía de su propio complejo mecanismo. Debido a que el combustible tampoco era de lo más recomendable, por impurezas o mezclas, hacía que los inyectores precisaban de un periódico y minucioso **mantenimiento**.

Dejemos los proveedores de energía y vayamos a los destinatarios y principales elementos que hacían funcionar las fábricas. El principal motor eléctrico que mediante correas, transmisiones, contra transmisiones, accionaba un gran número de máquinas, tenía cojinetes de distintos tipos de aleaciones y metales diversos, y lubricación nada sofisticada.

La composición del casquillo era especial, creo recordar que en la misma entraban el bronce, el estaño y tal vez algún otro. Esta aleación estaba preparada para proteger el eje del rotor, que en caso de griparse por defecto de lubricación, la parte más débil había que cambiarla.

Como dato curioso de cómo se solucionaban los problemas de **mantenimiento**, en concreto de este tipo motores, el aceite especial que nos suministraban era escaso de obtener y en cierta ocasión a alguien se le ocurrió ir a la farmacia del pueblo y ¡¡sorpresa!! el mancebo de la farmacia nos proporcionó un frasco de aceite de ricino (medicina puntera en aquellos tiempos). Yo creo que aquel motor agradeció la medicina pues aquellos delicados cojinetes se comportaron como si aquel lubricante fuese el complemento perfecto.

Otro elemento fundamental a conservar eran las largas transmisiones, con ejes que empezaban por 120 milímetros de diámetro y acababan en 70 milímetros. Numerosos manguitos de unión, cojinetes con baño de aceite, generalmente de bronce, que debido a las pocas revoluciones (no más allá de las 200 por minuto) no eran muy conflictivas, pero el **mantenimiento** de los niveles de aceite debía ser constante.

Su configuración no era perfecta y los operarios encargados de su vigilancia, debido al difícil y peligroso acceso, siempre tenían charcos de aceite en el suelo. Este defecto evitaba muchos calentamientos, pero provocaba resbalones y algún que otro accidente.

En las fábricas de harinas, había muchos tipos de cojinetes, en sitios conflictivos la mayoría, en especial en los elevadores de cangilones que podían causar verdaderos problemas.

La vigilancia era difícil y había que prestar especial atención. Tener buen oído era imprescindible. Aquellos elementos a cinco o seis metros de altura no eran fáciles de controlar. Entonces funcionaba el oído, si no tenían aceite, chillaban como condenados. No siempre se conseguía llegar a tiempo y en más de un caso, eran los bomberos los que tenían que intervenir. Todos los elevadores eran de madera y un calentamiento prolongado, en contacto con el producto o el polvo, la ignición espontánea hacía el resto.

Como dato curioso del capítulo de cojinetes, era tal la variedad que incluso se llegaron a emplear cojinetes con casquillos de madera de boj. Sabido es que la madera de este árbol es especialmente dura y, debidamente saturada de aceite (se podría decir que estaba marinada), se instalaba en las roscas sin fin. Estas roscas, al estar cerradas para evitar la contaminación externa y debido a su longitud (entre cinco o veinte metros), los soportes del eje precisaban de soportes especiales y aquellos de madera, cumplían perfectamente su función.

Otra máquina especialmente complicada y que requería una especial atención, era el planschister, un cernedor de oscilación circular, apoyado en cuatro patas muy curiosas que conformaba el conjunto de oscilación, de construcción metálica (los bastidores cernedores eran de madera). Bien, estas patas tenían un cabezal en forma de rótula de acero y apoyo del mismo metal, dentro de una cápsula con un sistema de engrase muy “sofisticado”.

Un pequeño depósito de aceite y regulador manual de goteo proporcionaba la dosificación del lubricante en la referida cápsula. El problema añadido era no cerrar el pequeño grifo cuando se paraba la fábrica. Éste no dejaba de dosificar, por lo que había que vigilar este pequeño detalle. De hecho, los pisos de madera también eran saturados de aceite de las “sobras” de muchas máquinas.

De ahí la especial brillantez de aquellos pisos. La parte inferior de esta pata era así mismo muy original. La parte contraria de este eje tenía un plato, que a su vez se apoyaba en otra carcasa y que tenía, como amortiguador para evitar el roce de metal contra metal, un disco de cuero.

Para prolongar debidamente su duración, se impregnaba con una grasa especial, sebo de vaca. Nunca llegué a saber si este sistema lo recomendó el fabricante de la máquina o alguien pensó que podía ser bueno para su función. Lo cierto es que aquellos cueros soportaban perfectamente el peso y la oscilación. Esta máquina, con el tiempo fue mejorada por otra que, en vez de apoyarse en el suelo, estaba colgada y sujeta con tirantes de cables de acero. Luego fueron juncos de bambú y hoy en día son de fibra de vidrio. El trabajo de la máquina es el mismo: clasificar, ordenar partículas por tamaño, volumen o peso, mediante el primitivo acto de cerner.

### ¿Cómo se controlaba todo el proceso?

No había normas escritas ni espejos donde mirarse. Creo que ahí nació el dicho de “cada mastrico tiene su librico” y el que esto escribe, no iba a ser menos. Así es que, cuando me hice responsable del primer trabajo, me dediqué a escribir todo lo que allí pasaba: incidencias, averías, costumbres y vicios laborales arraigados, identificar dónde, cómo y por qué sucedía todo. No tenía **disco duro**, tenía una libreta de la que no me separaba ni para dormir.

Con el tiempo, a la libreta le faltaron hojas, pero apareció el dietario (precursor de lo que luego se llamaría **memoria RAM**), donde día a día quedaba reflejado, qué máquina había fallado, quién la había visto, quién era el responsable de la planta o el turno, el tiempo empleado o perdido por el suceso... En ocasiones, el concepto “tiempo empleado” y “tiempo perdido” no encajaban en situaciones similares, por lo que era preciso analizar por qué surgían notables diferencias. Casi siempre el factor humano diferenciaba los conceptos, “emplear” y “perder”. Este aspecto había que reflejarlo y tenerlo en consideración para evitar, en lo sucesivo, los fallos humanos en el mantenimiento correcto.

Otro punto clave en el buen proceso de fabricación, era el acondicionamiento correcto (dentro de las limitaciones de la época) por lo que era necesario hacer un seguimiento exhaustivo de qué trigo se había limpiado y molido, tipo, procedencia, contadores de peso donde los había y todo aquello que directa o indirectamente fuese necesario conservar. Era algo así como **mis documentos**.

El siguiente paso era poner nombre y apellidos a todos los elementos de la planta. Máquinas principales y auxiliares, elevadores, roscas, filtros de mangas (vistos desde la actualidad, muy primitivos), motores, contactores eléctricos, relés térmicos, fusibles y repuestos importantes o difíciles de encontrar en momentos puntuales, pasaron a formar parte del **archivo**.

En su correspondiente ficha quedaba reflejado, tanto el historial de averías como referencia de fabricación, número y serie, del tipo de rodamientos, o cualquier otro elemento susceptible de desgaste o rotura, incluido la referencia de la pintura de restauración, número en el proceso del necesario diagrama de fabricación y planta donde estaba ubicado. Estas fichas aportaban la información necesaria para saber o intentar saber, que no siempre se llega a saber todo, si este motor era pequeño, o si fallaba un cojinete o los dos. Cualquier información siempre era buena. La **carpeta** y **subcarpeta** encerraba el DNI como una célula más de todo elemento.

En el “librico de cabecera” había un punto negro en el buen hacer de la instalación. Las instrucciones de palabra al personal, aquello de “no lo oí”, “no me acuerdo”, “no lo comprendí”, “se me olvidó”..., proporcionaba demasiadas preocupaciones, contratiempos y hasta situaciones desagradables, y había que solucionarlo. Cuando piensas con empeño, siempre se enciende una lucecita. Hoy puede sonar a broma, pero en la prehistoria de la moderna tecnología, existían las “lucecitas”. Busqué una pizarra de aquellas de la escuela y un paquete de tiza (tecnología punta de la época).

Todos los días quedaba escrito qué se debía hacer, instrucciones concretas en apoyo de las órdenes de palabra, como qué agua poner en el rociador, cuánto reposo debía tener el trigo antes del correspondiente volteo, qué especial encargo, etcétera. Sin darme cuenta había aparecido la solución. Es decir **la hoja de ruta**.

Tener la suerte de ver donde ha llegado la tecnología en ayuda de la industria y, mas concretamente de quienes tienen (o hemos tenido) la responsabilidad de dirigir y velar por el buen hacer de la industria, en este caso la industria harinera, me hace dudar si nací muy pronto, si he llegado tarde, si ha valido la pena ver los cambios, o por qué no llegaron antes.

Lo cierto es que entonces y ahora, se sigue haciendo harina, con otras máquinas y otros medios, por supuesto, pero los mismos

principios vitales. Posiblemente hoy sean otras las preocupaciones. Seguro que la técnica no será el único o principal problema, siempre surge algo inesperado y que no viene en el manual de instrucciones. Siempre habrá una lucecita para seguir avanzando. El olor del trigo en reposo, el tacto de la harina, tocar y sentir su aroma,

el runruno de las máquinas, el ver en qué se convierte tu trabajo cuando hueles el pan recién salido del horno, te hace dudar entre el seductor y veloz coche moderno con cambio automático, o el otro con embrague manual. Si te gustan los coches, lo importante es conducir y dominar problemas y obstáculos.



Foto: Piso de cernido de la fábrica de Castejón (Navarra). Puesta en marcha en 1916.

# Aplicación de Nuevos Métodos de Mantenimiento a un Molino de Cilindros



José Manuel Solanot García

**Jefe Molinero Haricana**  
**Director Técnico Grupo Haricana**

## INTRODUCCIÓN

Una distribución adecuada, rigurosa y coherente de los recursos disponibles, es una de las máximas preocupaciones que debe tener un buen gestor de mantenimiento, máxime cuando el entorno socioeconómico en el que éste desarrolla sus actividades se caracteriza, entre otros aspectos, por un alto grado de competitividad, una mayor exigencia de calidad de los productos y servicios, y un creciente respeto por el medioambiente. Ante esta situación, las empresas tienen por delante un duro camino hacia la búsqueda de la “excelencia” de sus sistemas de producción y, para ello, adoptan medidas para conseguir un proceso productivo más eficiente, intentando rentabilizar al máximo los capitales invertidos en sus instalaciones, bajo la preocupación permanente de satisfacer la demanda y obtener el mínimo coste por unidad de producto.

En este contexto, la aparición de fallos y averías en los equipos constituye una de las principales causas de ineficiencia en la explotación de las instalaciones industriales, lo que implica un incremento de los costes operativos, una pérdida de ingresos y/o, en algunos casos, provocar un accidente del que se deriven daños importantes a las personas o al entorno.

A lo largo de la vida operativa de los distintos elementos aparecen, normalmente, fenómenos de desgaste que minan su resistencia intrínseca al fallo. Por ello, conviene adoptar medidas de **Mantenimiento Preventivo**, cuyo

objetivo principal es disminuir o, incluso, eliminar la evolución que sufren los dispositivos durante su explotación y, en consecuencia, restablecer las condiciones adecuadas de *Fiabilidad*. En resumen, lo que se pretende es controlar el crecimiento de la tasa de fallos que ocasiona la aparición de los fenómenos de desgaste.

No obstante, a pesar del mantenimiento preventivo, los elementos fallan y sólo su reparación o sustitución, permitirá recobrar la funcionalidad deseada. La mayor o menor incidencia de estas acciones de **Mantenimiento Correctivo** provocará un mayor o menor impacto sobre la Disponibilidad y Seguridad del elemento en cuestión.

Una gestión adecuada debe conducir a la optimización de su rentabilidad mediante la consecución de la máxima eficiencia operativa y una mínima contribución de sus costes asociados al coste general de explotación.

En cualquier caso, todo lo anterior se resume en lo siguiente:

**El objetivo de las tareas de mantenimiento que se aplican sobre los componentes de una instalación, es conservar la funcionalidad de la misma.**

## MANTENIMIENTO DE UN MOLINO DE CILINDROS

El molino de cilindros es el corazón del proceso de molienda, y la importancia del mantenimiento va unido a la rentabilidad. Desde una perspectiva técnica de la molienda, la habilidad para que el molino ejecute su función, es la base para la perfección de la molienda. El rol de los cilindros, en el proceso técnico, es abrir el grano de forma uniforme y delicada, separar las partículas de salvado del endospermo en todas y cada una de las sucesivas pasadas de la molienda.

Un programa eficiente de Mantenimiento Preventivo debe contrarrestar los efectos negativos provocados por los procesos de desgaste, a la vez que debe mantener muy limitados sus costes, dando por sentado la significativa contribución de su aplicación, al coste global de explotación.

La aplicación de las filosofías tradicionales de mantenimiento preventivo, basadas fundamentalmente en las recomendaciones genéricas de los fabricantes, puede dar lugar a un mantenimiento ineficiente o desproporcionado, debido a la carencia de unas bases técnicas específicas para la instalación considerada. Esta visión tradicional conduce, normalmente, a la existencia de un mantenimiento excesivo al no diferenciar, en profundidad, entre componentes críticos y no críticos para la funcionalidad de la instalación de la que forman parte.

En contra de ésto, los nuevos métodos de mantenimiento se orientan más a considerar cada elemento susceptible de ser mantenido, no como un elemento aislado, sino como parte integrante de un todo, con una función a desempeñar. Por ello, se aplica el mantenimiento exclusivamente a los componentes considerados como críticos para el correcto funcionamiento de la instalación, dejando operar hasta su fallo a los componentes no críticos, instante en el que se aplicaría el correspondiente mantenimiento correctivo.

No obstante, para establecer los parámetros de actuación es conveniente tener las respuestas adecuadas a las siguientes preguntas:

- ¿La máquina, es importante?
- ¿Qué supondría tener dicha máquina parada durante un tiempo determinado?

- ¿Es tolerable?
- ¿Es factible la reparación, o sería necesaria la sustitución?
- ¿Es más cara la reparación que la sustitución?

Una vez respondidas, debemos tener claro que:

“Se persigue la aplicación de aquellas tareas de mantenimiento que se consideren convenientes. Ni más, ni menos”.

Con estos objetivos se presenta el plan de mantenimiento de un molino de cilindros.



*Molino de cilindros “Antares”*

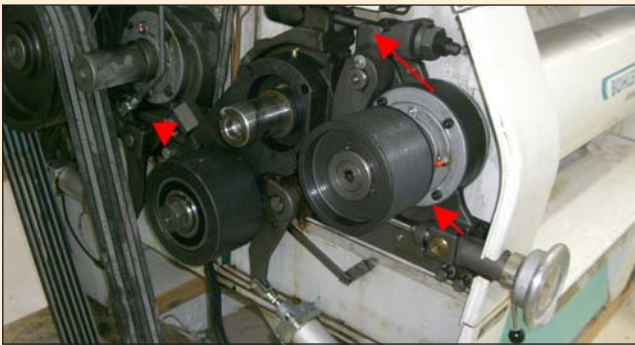
*(Fotografía cortesía de Buhler)*

### 1. Intervenciones programadas en concepto de mantenimiento preventivo.

**1.1. Engrase.** Cada molino de cilindros tiene 8 puntos de engrase y tres cárteres de aceite. El engrase periódico de cada uno de los puntos, así como la atención a los niveles de cada cárter y, en su caso, reposición del aceite, hacen que estas operaciones sean básicas a la hora de disminuir el desgaste en los elementos de fricción. La utilización de grasa y aceite adecuados, son también importantes. Las máquinas con partes móviles en contacto, no pueden funcionar sin lubricación que minimice la fricción entre superficies, que evitan contactar gracias a la película de lubricante que las separa, en movimiento relativo. Un fallo significativo en



la lubricación, determina un fallo importante de la máquina en pocos minutos u horas, al sobrevenir calentamiento y agarrotamiento (gripado).



optimizar al máximo su vida útil. Igualmente, un deficiente alineamiento de los cilindros, también quedaría reflejado, dando origen a la consiguiente acción preventiva.



**1.2. Control del estado y tensión de las correas.** El accionamiento de los cilindros desde el motor eléctrico se hace mediante correas trapecoidales. La alineación correcta y la tensión adecuada prolongan la vida de las mismas. La inspección periódica del estado de las correas, así como la monitorización de la tensión de las mismas, constituyen acciones preventivas adecuadas que posibilitan, con una gestión adecuada, que el trabajo del molino sea eficaz y preciso.

**1.4. Control del consumo de energía.** Los molinos incorporan equipos de medida (amperímetros en este caso), con lo que es posible monitorizar el consumo de cada molino durante la molienda. Cada motor individual debe ser controlado en carga de forma periódica, a través de cada fase, asegurando la uniformidad de consumo. Estos chequeos periódicos pueden detectar un desequilibrio entre fases, un imprevisto exceso de consumo, etc, que claramente motivan una intervención preventiva.



**1.3. Control del paralelismo de los cilindros.** Control básico a la hora de hablar de una molienda eficaz, también resulta útil desde el punto de vista del mantenimiento. Mediante termómetros de infrarrojos se puede monitorizar la temperatura superficial de los cilindros, con lo que tendremos la evolución de la resistencia de los cilindros al desgaste producido por el trabajo de molienda. Así mismo, dicha monitorización nos permite ver el desgaste que produce el trabajo de molienda en los cilindros con lo que, gestionado adecuadamente, se puede

**1.5. Control de la temperatura del motor.** La monitorización de la temperatura del motor, durante su trabajo, puede ayudar a asegurar que el motor mantenga la temperatura controlada. La desviación respecto a lo que se podría considerar correcto y adecuado, puede prevenir potenciales problemas. Al igual que en los casos anteriores, un chequeo periódico se convierte en una acción preventiva que, gestionada adecuadamente, puede evitar problemas de mayor índole.

## 2. Intervenciones programadas en concepto de mantenimiento predictivo.

El mantenimiento predictivo consiste en una supervisión constante, con medición periódica o continua, de los factores que influyen en el rendimiento y buen comportamiento de los equipos.

**2.1. Análisis del aceite del cárter.** Con el análisis, tanto del estado del lubricante, como de la existencia de partículas de desgaste y contaminantes, se practica una detección precoz de anomalías, similar a la efectuada por un médico mediante los análisis clínicos de sangre u orina. Aceites y grasas lubricantes, así como fluidos hidráulicos de transmisión de fuerza, contienen una información esencial sobre el estado de los componentes mecánicos, al extraer las partículas de desgaste y contaminantes desde lugares inaccesibles de máquinas en funcionamiento. Esta información nos permite aumentar la eficiencia de las máquinas, reducir los costes de mantenimiento, incrementar la seguridad de personas y máquinas, y reducir el impacto medioambiental.

En la máquina que nos ocupa, y según las instrucciones del fabricante, cada 6-7.000 horas sería necesario el cambio de aceite de cada cárter. En un régimen de mantenimiento predictivo, ese dato sólo es informativo ya que, lo que realmente nos va a dar la información es el análisis correspondiente. Para entender este extremo, narraremos algunos ejemplos reales, que confirman que la teoría es sólo eso, teoría.

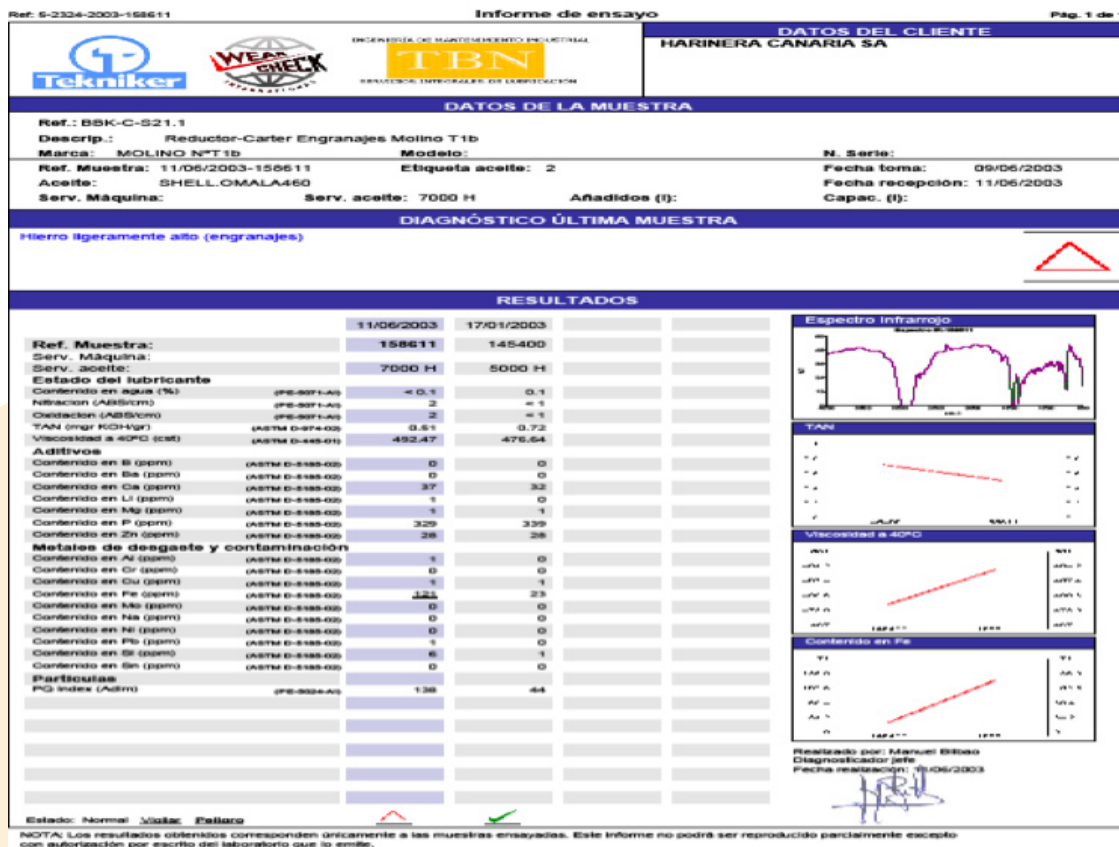
En un primer caso, en un aceite con 7.000 horas que tiene un nivel algo alto de hierro (posiblemente por un principio de desgaste en los engranajes), pero el resto de parámetros son correctos, el consejo es vigilar el sistema.

En un segundo caso, el aceite tiene 4.000 horas y el nivel de partículas ferromagnéticas es muy elevado. Esto indica un alto nivel de desgaste, con la consiguiente recomendación de sustitución y verificación del sistema.

En un tercer caso, el aceite llega a las 17.000 horas (más del doble de la recomendación del fabricante) y su estado es completamente normal. Su función todavía es efectiva, por lo que puede continuar su trabajo.

Ver ejemplo de Diagnóstico de un análisis de aceite. (Fig.1)

Fig. 1



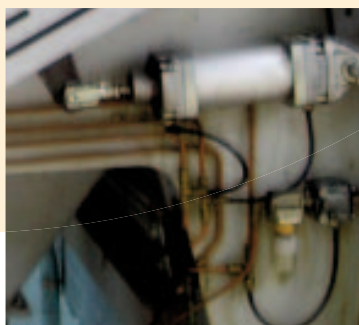
En los casos anteriores, se ve claramente la eficacia del mantenimiento predictivo por encima del preventivo o correctivo, ya que tomando el tercer caso como referencia de funcionamiento normal (los dos primeros casos se pueden considerar excepciones), implica un ahorro en consumo de aceite, al eliminar un mínimo de dos cambios, reduciendo costes de mantenimiento e impacto medioambiental. Con la garantía del estado del lubricante mantenemos también, la eficiencia de la máquina, así como la seguridad de su trabajo.

En resumen, el análisis del estado del aceite nos garantiza una correcta lubricación.

**2.2. Detección de fugas de aire por ultrasonidos.** El molino de cilindros dispone de distintos mecanismos electro - neumáticos que requieren del aire comprimido para su correcto funcionamiento, por lo que si las condiciones de dicho aire no son las adecuadas la máquina no estará en condiciones de trabajar.

La manera más efectiva de detectar fugas de aire comprimido dentro de un ambiente industrial ruidoso es utilizando un detector de ultrasonidos. La turbulencia que genera el aire al escapar por un pequeño orificio, produce una frecuencia auditiva que sobrepasa el umbral auditivo humano (20 KHz). Si a esto le añadimos que el ruido ambiental normal en una planta industrial puede estar entre 50 hz y 10 KHz, resulta prácticamente imposible detectar y aislar una fuga de aire comprimido.

Independientemente de que el aire comprimido sea uno de los servicios más costosos en las plantas productivas, ya que se estima que entre un 20% y un 30% se pierde en fugas causando sobrecargas y originando fluctuaciones, el punto que nos ocupa es su aplicación como método de mantenimiento predictivo para el correcto funcionamiento de un molino, para aumentar la confiabilidad y la eficiencia en la generación, distribución y transmisión de energía.

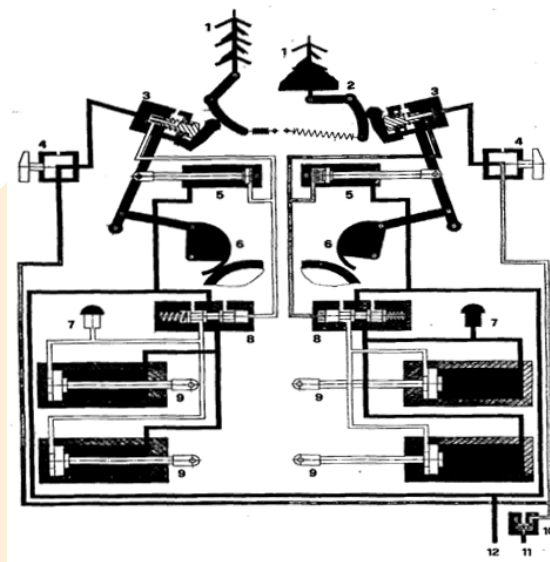


En las imágenes se aprecian los distintos dispositivos neumáticos, así como la red que distribuye el aire comprimido. Cualquier pequeña fuga, que ya hemos visto es imposible de detectar de forma habitual, hace que el funcionamiento general del molino no sea el adecuado.



Evidentemente, el molino está dotado con dispositivos de seguridad suficientes como para que cualquier fuga, por encima de ciertos niveles, paralice completamente su actividad; pero ¿qué pasaría, por ejemplo, con una pequeña fuga de aire en el dispositivo de alimentación con servo-regulación con el que está equipado el molino? Esa pequeña fuga, puede hacer que la presión de aire dentro de la red interna del molino no sea la correcta. Esto quiere decir que la compuerta de alimentación activada por un servo-cilindro, no se abra del todo. Si esto es así, el caudal de mercancía que reciben los cilindros no es el correcto y el trabajo realizado por el molino no será eficiente.

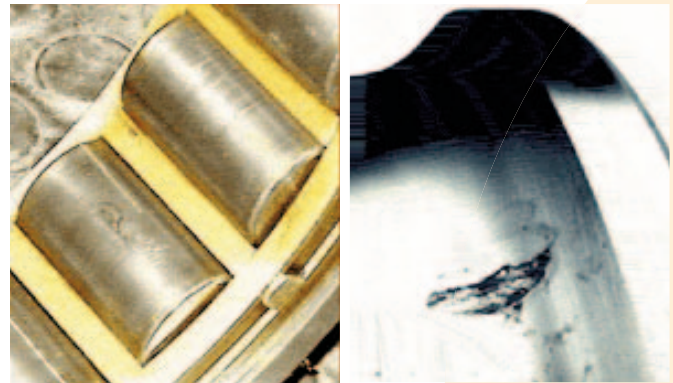
Con intervenciones periódicas para la detección temprana de fugas, se consigue mantener la eficiencia del molino al 100% de su capacidad.



**2.3. Vibraciones en rodamientos de los motores.** La medición de impulsos de choque en los rodamientos (Shock Pulse Method, SPM) consiste en la traducción e interpretación de las señales emitidas por la máquina, generalmente choques y vibraciones, y su utilización para diagnosticar la condición del propio rodamiento. Esta medición suministra datos del daño producido, de la condición de la lubricación y de los efectos de los fallos mecánicos más comunes, como desequilibrio y debilidad estructural. La medición de la severidad de la vibración, es el método recomendado por ISO para la monitorización general de la condición. El objetivo es detectar el desarrollo de los fallos antes de que aparezca el problema (detección temprana del fallo). Con el “monitoreo” de la vibración con análisis del espectro, conseguiremos :

- Centrar los síntomas de fallos individuales y conseguir una evaluación específica de la condición de la máquina.
- Ahorro de dinero y, en muchos casos, una precaución necesaria de seguridad.
- Evitar pérdidas de producción por paradas no planeadas, y conseguir aligerar los costos globales de mantenimiento. Esta cuestión, se hace día a día más importante, ya que el aumento de la producción y el funcionamiento automático son situaciones cada vez más habituales.

En las imágenes siguientes, se ven los fallos, tanto en elementos rodantes como en la pista de rodadura, que provocan señales que se recogen en la medición de impulsos de choque. (Fig,2)



(Fig,2)

Este tipo de mantenimiento se ha aplicado en los motores que mueven los molinos, y la experiencia que tenemos en Haricana, recogida durante estos años, nos indica que la mayoría de los problemas han surgido por el tema del lubricante. Cuando los rodamientos son de buena calidad, no suelen ofrecer problemas de la índole de los anteriormente reseñados, lo que indica que una buena política de compras, también forma parte del mantenimiento preventivo.

En el cuadro siguiente se ve la evolución de distintas medidas en los rodamientos de un motor de un molino, tanto en lado “Accionado”, como en el “No Accionado”. (Fig,3).

En este cuadro la condición (LR/HR), significa:

- < 30 Daño Mínimo.
- De 30 a 40 Daño Creciente.
- > 40 Daño Severo.

Los datos obtenidos son importantes, más

		24/04/2006		21/06/2007		28/06/2007		30/10/2007		20/06/2008		22/07/2009	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
<b>T2b</b>	<b>CODE</b>	A	A	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	<b>LUB</b>	2	1		1	8	4	8	2	3	4	3	5
	<b>COND</b>												
	<b>LR/HR</b>	31/25	27/24	43/38	28/25	27/24	19/15	31/25	20/15	33/28	14/8	30/25	18/6
	<b>NORM</b>	37	33	37	34	36	34	36	34	36	33	36	34
	<b>COMP</b>	8	8	0	0	2	0	9	8	8	8	8	8
	<b>DIÁM.MED.</b>	93	78	93	78	93	78	93	78	93	78	93	78
	<b>Nº. RODAM</b>	NU213	6211	NU213	6211	NU213	6211	NU213	6211	NU213	6211	NU213	6211

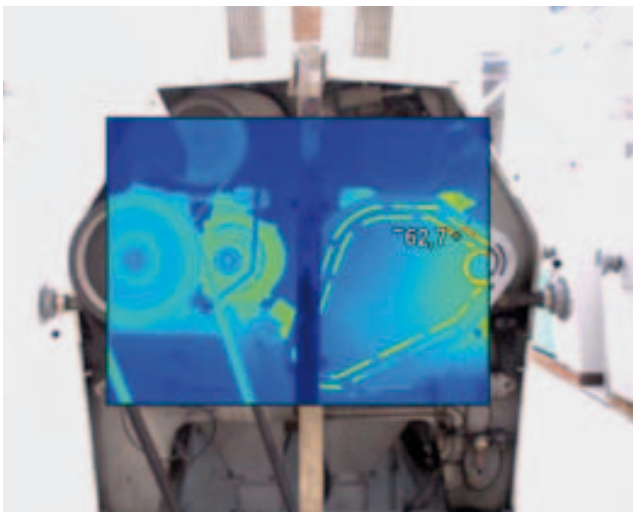
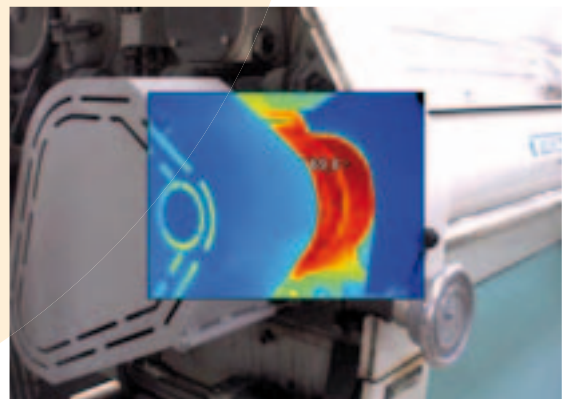
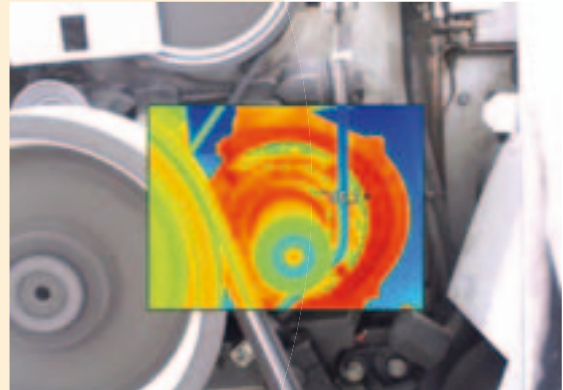
(Fig,3)

por formar parte de un “histórico”, que por sí mismos. Un dato tomado de forma aleatoria, no dice mucho si no se compara con otros que indiquen su evolución. En el cuadro anterior, el dato tomado el 21/06/07 nos indica un “daño severo” en la condición del rodamiento. Sin embargo, sólo al compararlo con una medición anterior, nos confirmará o no el defecto del rodamiento. Una vez cambiados los rodamientos del motor, las mediciones posteriores indican el acierto de la intervención.

**2.4. Termografía en los rodamientos de los cilindros.** En este caso, la termografía mide la conversión de energía mecánica en energía térmica. Permite medir con facilidad la temperatura de objetos móviles y de difícil acceso, sin contacto, ya que no interfiere con el funcionamiento y comportamiento propio del elemento a medir. La medida de grandes superficies se realiza con facilidad y rapidez, permitiendo el registro de temperatura de varios objetos de forma simultánea. Proporciona un tiempo rápido de respuesta. La precisión es elevada y las mediciones muy fiables.

Teniendo en cuenta que la gran mayoría de las incidencias producidas en un entorno industrial están precedidas por un cambio de temperatura, que puede ser detectada mediante monitorización a través de sistemas de termografía infrarroja, vamos a aplicar esta tecnología en los rodamientos de los molinos.

En este caso, por ejemplo, se puede detectar una mala lubricación o contaminación. Con ello conseguiremos minimizar el riesgo de fallo en los equipos. También sirve para controlar la calidad de las reparaciones efectuadas.



Aunque la termografía infrarroja es muy importante a la hora de determinar puntos deficientes en una instalación, donde realmente se puede ver su capacidad de prevención, está en la monitorización periódica de los distintos puntos, ya que nos puede ofrecer un “histórico” de la evolución de la temperatura de trabajo de cualquier elemento (rodamientos en este caso) y conseguir diagnosticar primero y predecir después, cualquier alteración.

En resumen, nos servirá para saber qué tareas de mantenimiento tendremos que aplicar para conseguir su puesta a punto.

## CONCLUSIÓN

De todo lo anterior, se pueden sacar algunas consecuencias que nos permite el mantenimiento predictivo:

- Todos los métodos de mantenimiento predictivo son complementarios y no excluyentes.
- Constituyen la detección precoz de averías y fallos, sin requerir la parada de los equipos.
- Reconocen la identificación de las causas del fallo.
- Determinan el elemento mecánico afectado.
- Proporcionan ahorro de costes en mantenimiento correctivo.
- Facultan el alargamiento de la vida útil de máquinas.
- Confieren un incremento en la fiabilidad del funcionamiento de las máquinas.
- Permiten la detección de malas prácticas de operación y/o mantenimiento.
- Motivan al personal ante una gestión más eficaz de los activos de instalaciones industriales.

Y como resumen final podemos decir que:

- Para la aplicación de estos sistemas de mantenimiento predictivo, es imprescindible contar con un equipo de analistas con suficiente conocimiento de la operación y mantenimiento de la instalación. Por tanto, es aconsejable la constitución de un equipo mixto entre personal de la instalación y personal técnico externo que evite desviaciones en la aplicación de las interpretaciones, así como facilite el origen de los posibles fallos.
- La rentabilidad del mantenimiento predictivo será máxima, si está incluido dentro de un plan general de mantenimiento. De esta manera se podrán analizar los datos de forma global, y permitirá tomar las decisiones adecuadas.
- De todo lo anterior, se deduce la gran importancia del mantenimiento predictivo en general, tanto a nivel económico, como funcional.

Particularizando en el caso de los molinos de cilindros, éstos hacen el trabajo duro en una fábrica de harinas, y su adecuado mantenimiento incide directamente en los costes de fabricación, por lo que la aplicación de los nuevos métodos de mantenimiento nos permite:

- Identificar qué fallos continuos pueden comprometer la eficacia del trabajo a realizar.
- Desarrollar acciones para corregir estas limitaciones, llevando a cabo planes de entrenamiento para la ejecución de un mantenimiento preventivo.
- Garantizar que las operaciones de reparación y mantenimiento son ejecutadas antes de que se produzcan fallos que puedan comprometer la eficiencia del proceso, ya sea por la calidad del producto, o por la propia producción.

La disminución de gastos de mantenimiento tiene una relación directa e inmediata con la reducción de costes, pero llevará a un incremento de los costes de producción a medio / largo plazo.

Mantener un equilibrio entre los costes de producción y de mantenimiento es tarea del técnico y su responsabilidad.

**No olvidemos nunca que el mantenimiento es fundamental**

# Ensayos no Destructivos en el Sector de Reparación Naval

Juan Francisco Enríquez Seba

Director de Producción del  
Astillero Reparaciones Navales Canarias S. A. (REPNAVAL)  
Grupo Zamakona

El Puerto de Las Palmas de Gran Canaria reúne dos características muy importantes para el sector naval: una situación geográfica excepcional que asegura el paso de una gran cantidad de buques, y un clima muy benigno con temperatura y humedad relativa adecuada. Ambas características hacen muy aconsejable la reparación de buques en nuestras latitudes. Esto unido, a su vez, con el importante nivel de cualificación de las empresas radicadas en el Puerto.

El nivel de especialización y control de calidad que son requeridos en la actualidad hace surgir el campo de las inspecciones de ensayos no destructivos. Este campo da un valor añadido a las reparaciones complejas que desde hace mucho tiempo se llevan realizando en nuestros astilleros y talleres navales.

Redactamos el presente artículo para dar a conocer los principales ensayos usados en nuestro campo.

## A. ¿Cuáles son las principales actividades del sector de reparación naval?

El sector de reparación naval engloba principalmente las siguientes actividades:

**Calderería** que consiste en los trabajos de mantenimiento del casco de los buques; renovación de tracas del forro, renovación de refuerzos, renovación e instalación de líneas de tuberías de los distintos servicios, fabricación de

estructuras tanto en buques como en tierra. Los materiales comúnmente empleados son: acero, acero inoxidable, aluminio, aleaciones de cobre. El método principal de unión es la soldadura por arco eléctrico, normalmente semiautomática y electrodo revestido. Tanto los procedimientos de soldadura como los soldadores deben estar homologados por Sociedades de Clasificación, que son los organismos de control del sector naval.

**Máquinas herramienta - mecanizados;** comprende los trabajos conformado de piezas. También mecanizado de piezas para su restauración. Los materiales más comunes son los aceros, aceros inoxidables, aluminio, aleaciones de cobre y materiales sintéticos.

**Mecánica;** donde encontramos como tarea principal los trabajos de mantenimiento de motores principales y motores auxiliares, sin olvidar el mantenimiento de los componentes de los distintos servicios del buque como bombas, separadoras, intercambiadores de calor, sistemas hidráulicos, sistemas de frío, sistemas de aire comprimido, grúas, etc.

**Otras actividades** como trabajos de electricidad, electrónica, carpintería, servicios contra incendios, instalaciones de protección contra la corrosión, aplicaciones de pinturas, y una larga lista de actividades que atañen al sector que nos ocupa, que si bien requieren en menor medida de su control, no dejan de tener su importancia.

## B. ¿Qué es un ensayo no destructivo?

Se denomina ensayo no destructivo a cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. Los diferentes métodos de ensayos no destructivos se basan en la aplicación de fenómenos físicos tales como ondas electromecánicas, acústicas, elásticas, emisión de partículas subatómicas, capilaridad, absorción y cualquier tipo de prueba que no implique un daño considerable a la muestra examinada.

El ensayo no destructivo no es una tarea de reciente implantación, en realidad cuando limpiamos cualquier pieza y la observamos detenidamente ya estamos haciendo un ensayo no destructivo, y esto es algo que se hace desde siempre.

## C. ¿Por qué hacer ensayos no destructivos?

Los ensayos no destructivos se realizan en cualquier sector industrial, aeronáutico, naval, aeroespacial; cada sector utiliza los ensayos más adecuados a los materiales que se pretenden ensayar, los más adecuados para las condiciones en que se realizan o en función del personal disponible para realizar dicha labor. Pero las palabras claves son fiabilidad y economía.

Está claro que una avería en un motor de un avión puede conllevar un accidente que acarrearía la muerte de personas. Una avería en el motor principal de un barco puede dar lugar a un accidente que puede provocar un desastre ecológico, eso siempre que se descarte la pérdida de vidas humanas al funcionar correctamente las medidas de seguridad del buque.

En la maquinaria de una empresa radicada en una urbanización industrial quizás no pondríamos tanto en juego la seguridad de las personas, pero la pérdida radica más en la paralización de la empresa con el consiguiente coste de reparación más los ingresos que se dejan de obtener.

Por supuesto, el coste económico es muy importante en todos los sectores. Al fin y al cabo las empresas se crean para ganar dinero, y el empresario está obligado a ganar dinero si quiere mantener su negocio abierto.

Con el ensayo no destructivo se pretende minimizar el coste derivado de las averías y los accidentes que atañen a la seguridad de las personas. Evidentemente la realización de éstos no implica que no surjan averías o accidentes, pero sí que se minimizan considerablemente.

## D. ¿Quién hace ensayos no destructivos?

En España tenemos la Asociación Española de Ensayos no Destructivos, AEND, que es una organización sin ánimo de lucro que se encarga de la difusión, normalización y formación del personal que realiza los ensayos no destructivos.

Principalmente la formación del personal se realiza en base a los códigos ASTM (American Standard Test and Methodology) y UNE, con la tendencia a convertirse en una norma común, al menos en el ámbito geográfico occidental, Estados Unidos de América y Europa.

Según la norma UNE-EN- 473:2008, el personal que realiza ensayos no destructivos puede estar certificado en tres niveles, del uno al tres. El nivel I realiza el ensayo físicamente, el nivel II puede realizar el ensayo, evaluar los resultados y además certificar el ensayo. El nivel III puede hacer las tareas anteriores y además se encarga de redactar y validar los procedimientos de inspección. Para la certificación del personal se requiere formación y experiencia según cada nivel, y además aprobar el examen de certificación correspondiente. Esta certificación es válida para cinco años, tras los que deberá ser renovada. También es necesario un certificado de agudeza visual.

La mayor diferencia entre las normas UNE y ASTM radica en la formación y certificación del personal. Según la norma UNE, se realiza por un organismo no perteneciente a la empresa; y en la ASTM es la misma empresa la que forma y certifica que su personal es idóneo para la realización del ensayo.

En el sector naval tenemos, además, que obtener la aprobación de las Sociedades de Clasificación para la realización de ensayos, quienes verifican la formación, procedimientos, equipos y materiales que se utilizan.



### E. ¿Qué ensayos se realizan con mayor frecuencia en el sector naval?

Los defectos o discontinuidades en los materiales, principalmente, se deben a procesos de conformación primarios, secundarios o de uso. Tomamos como ejemplo un árbol de levas de un motor: el proceso primario sería la forja de la barra o eje, el segundo sería el mecanizado de levas y apoyos, y último el uso de esta pieza cuando el motor está en marcha.

En el sector de mantenimiento rara vez nos vamos a encontrar una discontinuidad correspondiente a los dos primeros procesos. Se supone que todos los fabricantes realizan los ensayos necesarios para rechazar cualquier componente que esté defectuoso. Los defectos con los que vamos a luchar son los que se producen por uso, como las grietas por efecto térmico y las que se producen por fatiga de los materiales. Los defectos producidos por elevadas temperaturas normalmente se producen por lubricación inadecuada o inexistente, las fatiga de los materiales, evidentemente por la cantidad de horas trabajadas. Normalmente son defectos que se localizan en la superficie de las piezas.

Como excepción a lo anteriormente relatado, nos encontramos con los procesos de mantenimiento de los casco de los buques. Aquí sí que podemos encontrar defectos subsuperficiales e internos ya que usamos el método de soldeo para reemplazar las partes del casco con avanzado estado de corrosión.

Los ensayos que se realizan con mayor frecuencia en el sector de reparación naval son los siguientes:

- **Inspección visual.** Este es el más simple y evidentemente el más usado. Una buena limpieza y ser minucioso en la inspección debería ser suficiente para detectar cualquier defecto superficial. El problema principal es el tiempo necesario para hacer la inspección y, por supuesto, el tiempo es dinero. Para hacer este ensayo nos podemos ayudar de artilugios que aumenten el tamaño de la imagen de la pieza: una simple lupa puede bastar o equipos que nos permitan ver en el interior de las máquinas sin tener que desmontarlas, como los boroscopios o los videoscopios. Este ensayo se puede realizar en cualquier tipo de materiales. Sólo podemos inspeccionar discontinuidades superficiales.

- **Líquidos penetrantes.** Con este ensayo se obtienen las ventajas de menor tiempo de inspección y mejora de sensibilidad de ensayo con respecto a la inspección visual. Se necesitan tres productos: limpiador, penetrante y revelador. Se puede realizar en cualquier tipo de material. No se necesita ningún equipo para la realización de las pruebas. Los requisitos son: condiciones lumínicas y de humedad ambiental que puede variar al tiempo de ensayo. Sólo podemos inspeccionar discontinuidades superficiales.

- **Partículas magnéticas.** Este es el ensayo estrella en la mayoría de los componentes de los motores. La velocidad de ensayo mejora notablemente con respecto a los anteriores ensayos. Se necesita un equipo de magnetización como yugos magnéticos, bancadas o bobinas, además lámparas de luz negra, etc. Los productos necesarios son: limpiador, partículas magnéticas y laca de contraste. El requisito básico es la condición lumínica ambiental. Podemos inspeccionar discontinuidades superficiales y subsuperficiales. Como inconveniente principal tenemos que sólo se pueden ensayar materiales magnéticos.

- **Ultrasonidos.** Con este ensayo podemos encontrar defectos en el interior de los materiales. También en la superficie con los palpadores adecuados, pero cualquier elemento en la superficie como una gota de aceite o restos de pintura pueden alterar el ensayo. Este método es el más generalizado para tomar los espesores de planchas de los cascos de los buques. El inconveniente de este ensayo es el coste de los equipos además de la formación requerida al personal que realiza los ensayos.

- **Radiografías.** Este es el método más generalizado para ensayar las uniones por soldeo de los elementos estructurales del buque. Los inconvenientes son el coste y mantenimiento del equipo necesario, obligatoriedad de establecer un perímetro de seguridad, además del riesgo que supone la manipulación de material radioactivo. Por supuesto, nos permite inspeccionar el interior de los materiales y obtener un registro físico del ensayo.

- **Pruebas de dureza superficial.** Cuando se sospecha o se tiene la certeza de que una pieza ha estado sometida a altas temperaturas, es posible que esté afectada a cambios de dureza del material, pudiendo haberse convertido en un material frágil con el riesgo que esto conlleva. Usamos durómetros para determinar el grado de dureza superficial para contrastar los valores

con los de referencia del fabricante. El equipo que se utiliza son los durómetros portables. Se realiza un pequeño impacto con microhuella cuyo rebote es valorado por el sensor devolviendo un valor en la escala seleccionada. En materiales sintéticos como las resinas de taqueado usamos el durómetro Barcoll, con lectura directa en el indicador.

- **Pruebas de carga.** Con las pruebas de carga se asegura que un equipo puede elevar y maniobrar los pesos para los que está diseñado. Normalmente se realizan con bloques calibrados y también con dinamómetros certificados.

Una parte de estas pruebas de carga son las pruebas de tiro a punto fijo, en las que haciendo fijos los cabos de tiro a los que se les ha intercalado un dinamómetro certificado, podemos obtener los valores reales de tiro de un buque.

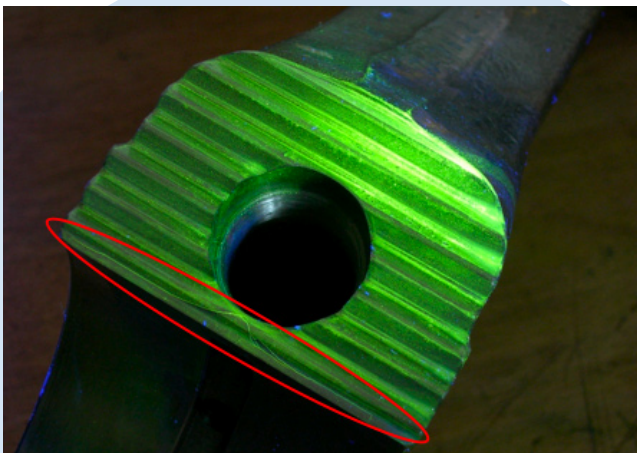
Claro está que en esta lista no están descritos todos los ensayos que se realizan en nuestro sector, como Análisis de lubricantes, Termografías, Detección de fugas por ultrasonidos, entre otras. Todas ellas con mucha significación en determinadas aplicaciones.

Con este breve artículo hemos tratado de hacer una introducción en el mundo de los ensayos no destructivos, y esperamos seguir difundiendo información más detallada, entrando en mayor de nivel de detalle de cada uno de los métodos expuestos.

## ANEXOS

**Fig. 1. Ensayo de partículas magnéticas fluorescentes.**

Parte serratada de biela motor auxiliar diesel. Se detecta una grieta de fatiga de casi la totalidad del ancho de biela.



**Fig. 2. Ensayo de partículas magnéticas fluorescentes.**

Bulón de pistón de motor auxiliar diesel. Se detectan grietas de fatiga generalizadas.



**Fig. 3. Ensayo de partículas magnéticas negras sobre laca de contraste blanca.**

Camisa de cilindro de motor principal diesel. Se detecta una grieta de fatiga de 30 mm.



**Fig. 4. Ensayo de partículas magnéticas fluorescentes.**

Balancín de motor auxiliar diesel. Se detectan grietas de fatiga.



**Fig. 6. Prueba de puntales.**

Calibrado de bloque de 1 T para prueba de puntales en grúa de cubierta de plataforma petrolífera.



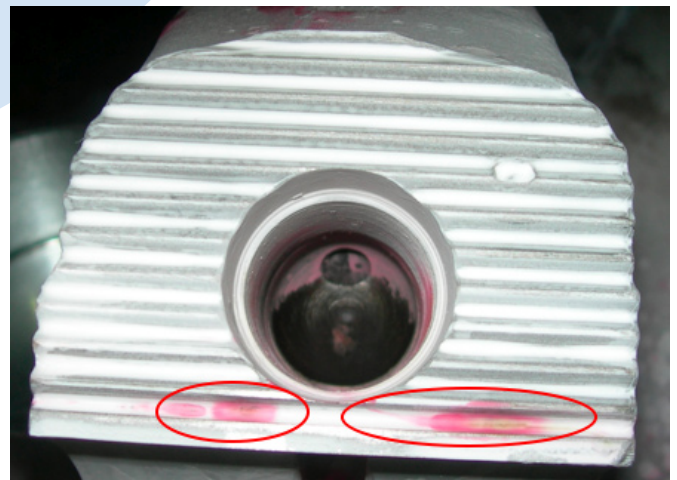
**Fig. 5. Prueba de puntales.**

Prueba de puntales con 35 T en grúa de cubierta de plataforma petrolífera.



**Fig. 7. Ensayo de líquidos penetrantes.**

Parte serratada de biela motor auxiliar diesel. Se detectan dos grietas, probablemente de fatiga.



## BIBLIOGRAFÍA

- Partículas Magnéticas Nivel II. Autor: Asociación Española de Ensayos No Destructivos.
- Líquidos Penetrantes Nivel II. Autor: Asociación Española de Ensayos No Destructivos.
- Ultrasonidos Nivel II. Autor: Asociación Española de Ensayos No Destructivos.

# Sensores Inteligentes para la Monitorización en Tiempo Real de Maquinaria Lubricada

E. Gorritxategi, A. Arnaiz, E. Aranzabe,  
A. Aranzabe, D. Otaduy, A. Villar

Fundación Tekniker



## RESUMEN

**L**a degradación y la contaminación del aceite lubricante es una de las principales causa raíz de muchos fallos severos en maquinaria. También reduce la vida de servicio del equipo y produce con frecuencia costos innecesarios de mantenimiento. La metodología actual del análisis periódico off-line del laboratorio no proporciona una detección suficientemente temprana de la degradación y de la contaminación. En este sentido, se ha desarrollado una nueva generación de sensores capaces de realizar el análisis de aceite en tiempo real, realizando una valoración de la calidad del aceite lubricante y proporcionando un proceso de gestión integrado para el usuario final.

Los sensores actuales están lejos aún de ofrecer los resultados de los laboratorios de análisis y analizan parámetros y características básicas del aceite. Sin embargo, se han desarrollado nuevos conceptos y técnicas para determinar el estado global del aceite, que difieren sustancialmente respecto a otras aproximaciones que tratan de representar los métodos de laboratorio y que en ocasiones son muy caros y difícilmente acondicionables a la miniaturización en tiempo real.

En los últimos años se ha abierto un gran abanico de posibilidades mediante el avance de las micro y nano tecnologías. La miniaturización de las técnicas existentes y los avances en los procesos de fabricación permiten el desarrollo de una gran variedad de nuevos dispositivos

para monitorizar diferentes características de maquinaria rotativa y lubricada.

Palabras claves: Sensores en tiempo real, degradación de aceite, monitorización.

## 1. INTRODUCCIÓN

La maquinaria industrial (compresores, turbinas de gas, multiplicadoras,...) sufre paradas y fallos debido a la degradación no detectada o a la contaminación repentina del aceite lubricante, siendo ésta, una de las principales causa raíz de muchos fallos severos. Los métodos de detección en planta son todavía rudimentarios, indirectos, inseguros e inexactos, lo que reduce mucho la vida de las máquinas y aumenta considerablemente los gastos de mantenimiento. Además, el análisis de aceite tradicional realizado en un laboratorio, off-line, no sirve para detectar (y corregir) las etapas iniciales de degradación y en ocasiones el tiempo de reacción se alarga en exceso. Los ingenieros de operación y mantenimiento reconocen que éste es un problema grave y la situación se ha convertido más problemática debido a la necesidad de mayor confiabilidad y disponibilidad de las máquinas, además del impacto ambiental que tiene la generación de residuos de aceites agotados. Los sensores en tiempo real pueden ser usados para extraer información y monitorizar diferentes componentes y maquinaria en tiempo real, detectando procesos de degradación de manera temprana permitiendo al equipo de mantenimiento actuar de inmediato.

La necesidad del uso de sensores apropiados para el análisis de las propiedades de un fluido (y análisis de aceite en particular) es en este momento una realidad. Como ejemplo, la Tribology Action Campaign, realizada en 1992 por Institution of Mechanical Engineers y DTI (Department of Trade & Industry- Reino Unido), sugiere que la industria británica podría ahorrar 1,5 billones de libras esterlinas, mediante la aplicación de los principios tribológicos a toda la producción, mantenimiento y procesos de diseño.

Teniendo todo esto en cuenta, el uso de sensores inteligentes de análisis on-line del lubricante permitirá a medio plazo la optimización de su tiempo de vida, reduciendo costes y problemas en la maquinaria lubricada. La maquinaria crítica puede beneficiarse de un aumento de fiabilidad, el personal operacional librarse de la tarea ardua y peligrosa de tomar muestras de aceite y la industria proveedora de aceite puede aprovecharse de una reducción de carga en trabajos inadecuados de mantenimiento. Finalmente, es importante destacar que el control de la calidad del lubricante contribuye a alargar la vida del sistema lubricado, en el cual se realiza un mantenimiento ‘proactivo’. Esto también permite la reducción de problemas medio ambientales asociados con la eliminación del lubricante.

Uno de los grandes retos de la industria es el realizar el análisis del aceite en tiempo real a través de una generación de nuevos sensores. Unos buenos sensores in-line y on-line pueden ser la solución para muchos de los problemas no resueltos como:

- Acceder a puntos lubricados en una máquina en funcionamiento de condiciones extremas o en motores inaccesibles.
- Detectar etapas iniciales de degradación y desgaste, y funcionamiento anormal en aceites y grasas lubricantes, la principal “causa raíz” de muchos fallos severos en maquinaria.
- Adquirir conocimiento real de lo que está ocurriendo en los componentes mecánicos en el sistema.
- Establecer un buen mantenimiento predictivo y proactivo con el correspondiente ahorro en el costo para la industria europea.

Los sensores en tiempo real son ya una realidad. Se han desarrollado nuevos sensores para monitorizar y predecir diferentes condiciones del aceite lubricante, como la degradación del

aceite, contenido de agua y contaje de partículas. La ventaja principal de usar este tipo de sensores es la detección temprana de procesos de degradación del aceite y la monitorización continua del sistema lubricado.

## 2. SENSORES ON-LINE PARA LA MONITORIZACIÓN DE ACEITE LUBRICANTE

### 2.1. Sensor para monitorizar procesos de degradación del aceite

Se ha desarrollado un sensor basado en la absorbancia de luz del aceite en el rango visible del espectro para la monitorización del estado de degradación del aceite. ¿Cuál es la razón por la que se usa el espectro visible para monitorizar la degradación del aceite? Como se puede ver en la siguiente figura, el aceite sufre un cambio de color según se va degradando, y este cambio es posible detectarlo mediante dispositivos ópticos. La oxidación del aceite es uno de los principales causantes del cambio de color del aceite.



Figura 1.- Comportamiento del cambio de color del aceite en función del estado de degradación

El sensor visible se ha desarrollado teniendo en cuenta las especificaciones y requerimientos de los usuarios finales, con el fin de ser una herramienta y dispositivo para monitorizar el aceite de los sistemas lubricados. Desde la fase de diseño hasta la de producción y montaje del dispositivo se han interrelacionado diferentes campos como: óptica, electrónica, fluidica y análisis de datos junto con un potente software de gestión y tratamiento de señal. La conjunción de estos campos ha llevado a desarrollar un dispositivo muy robusto, fiable y competitivo.

El sensor se instala en el sistema lubricado mediante un by-pass, y se hace pasar el aceite por el dispositivo aprovechando la diferencia de presión, en sistemas presurizados. Cuando se instala en sistemas no presurizados, es posible la necesidad de una bomba para impulsar el aceite hacia el dispositivo. El sensor trabaja de manera autónoma y se configuran los parámetros en la primera instalación (tipos de aceite a monitorizar, tiempo entre medidas etc.). El micro-controlador gestiona el sistema y la información generada se transmite mediante diferentes opciones de comunicación.

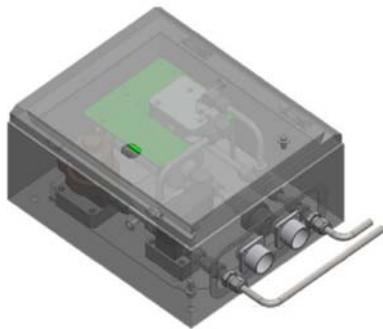


Figura 2.- Diseño del Sensor visible On-line.

Finalmente se presentan algunos resultados de validación del sensor en sistemas reales. El sensor ha sido testeado y validado en diferentes bancos de ensayo, en sistemas hidráulicos e incluso en las multiplicadoras de los aerogeneradores.

Pruebas de sensibilidad realizadas en un banco de ensayos indican que el sensor desarrollado ha sido el único sensor que ha sido capaz de detectar el nivel de degradación que se indica a continuación. Este ensayo se ha realizado junto con otros 15 sensores (algunos de ellos disponibles en el mercado) y el sensor visible ha sido el único en identificar un cambio en el estado de degradación:

Datos del ensayo:

- Tanque: 60 litros
- Aceite: Texaco Meropa 320
- Mezcla de aceite degradado – 500 ml

En la siguiente figura se observan 3 señales diferentes del sensor que claramente identifican 2 añadidos de aceite usado simulando una pequeña degradación del aceite. En el informe final realizado por un proveedor externo se indica que ningún otro sensor analizado ha sido capaz de detectar este cambio.

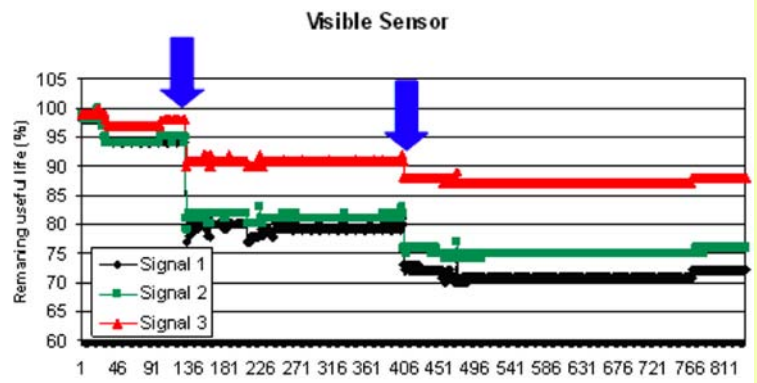


Figura 3.- Resultados del ensayo de sensibilidad

En la siguiente imagen se observa un conjunto de muestras de aceite de multiplicadora. Se han analizado diferentes tipos de aceite en diferentes estados de degradación y se han comparado los resultados del sensor con el Acid Number (AN) del laboratorio. Se observa claramente como el AN comienza a variar (incrementar) de forma importante en la última fase de degradación y la señal del sensor decrece de manera progresiva.

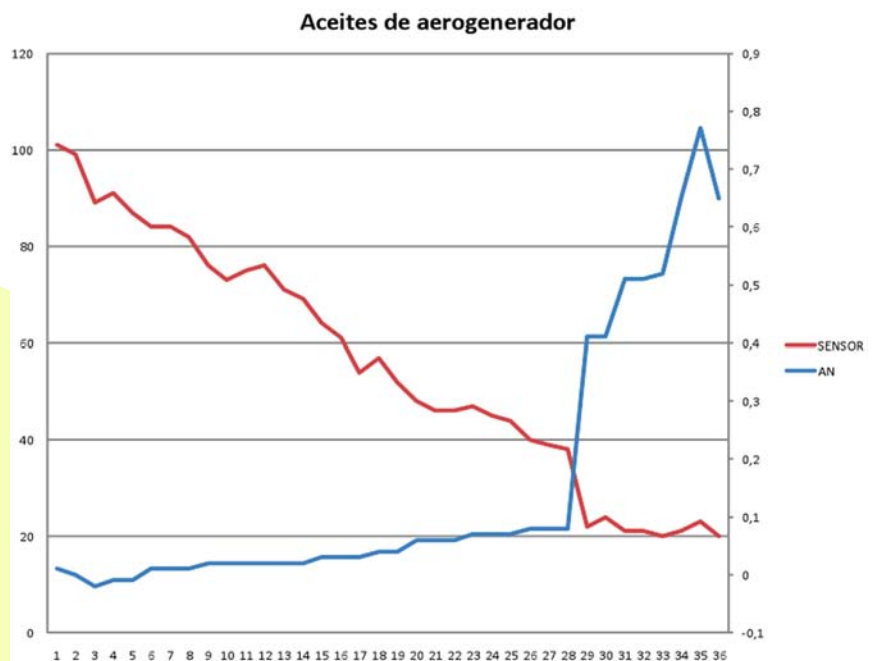


Figura 4.- Ensayos con aceite de aerogenerador

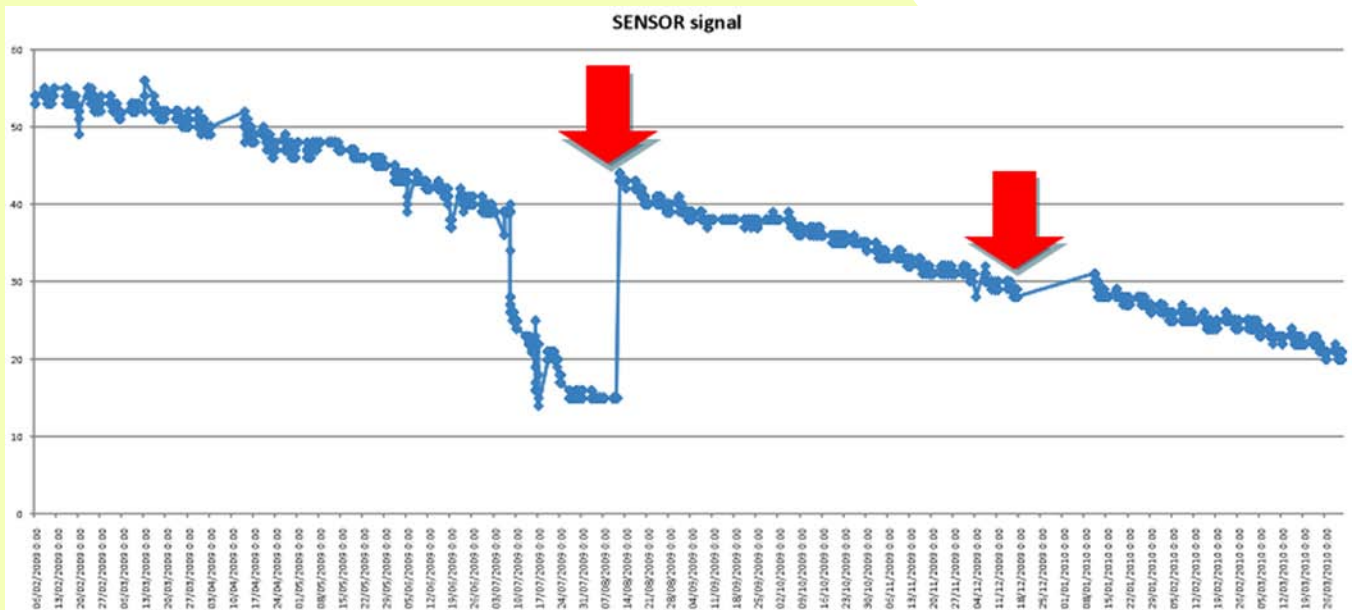


Figura 5.- Detección de la degradación del aceite en sistema real.

Las pruebas llevadas a cabo para la fase final de validación en campo han sido clave para mejorar la fiabilidad y robustez del sensor. En el siguiente gráfico se puede ver el progreso de monitorización del aceite en un sistema hidráulico real y como se detectan variaciones representativas. Principalmente se parecía un decrecimiento de la señal que indica que el aceite se está degradando progresivamente. Se aprecia en el gráfico dos puntos (marcados con flecha roja) en donde se ha realizado un relleno de aceite nuevo que ha traído consigo un incremento en la señal del sensor, indicativo de una mejoría.

## 2.2. Sensor para detectar el contenido de agua en el aceite

Uno de los contaminantes más peligrosos para el aceite es el agua, que puede llevar a que el aceite no cumpla con sus objetivos, atacando a los aditivos del aceite y acelerando el proceso de degradación del mismo. El agua puede encontrarse en el aceite en tres diferentes estados o fases. El primero de los estados, conocido como agua disuelta, se caracteriza por las moléculas de agua dispersas en el aceite. El aceite puede contener una concentración significativa de agua disuelta sin ninguna apariencia visual sobre su presencia. Muchos aceites industriales como fluidos hidráulicos, aceites de turbina, etc. pueden contener desde 200 a 600 ppm de agua (0,02 a 0,06 %) en estado disuelto dependiendo de la temperatura y estado de degradación del aceite. Cuando el aceite se encuentra en un estado

avanzado de degradación es capaz de retener o contener hasta tres o cuatro veces más agua en estado disuelto que un aceite nuevo. Una vez que la cantidad de agua excede el contenido máximo que el aceite es capaz de retener, el aceite se encuentra saturado. En este punto el contenido de agua pasa a estar suspendido en el aceite en gotas microscópicas, y a esta fase se le conoce como emulsión. La adición de más agua a una muestra emulsionada, mezcla aceite/agua conlleva a la separación en dos fases produciendo una capa de agua libre junto con el aceite en emulsión.

Dentro del marco del proyecto europeo llamado DYNAMITE, proyecto enfocado en las mejoras de las actividades de mantenimiento para la industria, se ha desarrollado un sensor para la monitorización de aceite lubricante. Concretamente el principal objetivo del sensor es la detección del contenido de agua en tiempo real del sistema de lubricación.

El sensor se basa en la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS), región del espectro electromagnético donde se excitan sobre-tonos o vibraciones armónicas de las moléculas de agua. El espectro infrarrojo cercano cubre el rango desde 800 nm a 2500 nm. La espectroscopia NIR no es, en general, una de las técnicas más sensitivas pero es una buena tecnología cuando no se es posible la preparación de la muestra para su análisis. Se utilizan técnicas de análisis multivariante (análisis de componentes principales, mínimo cuadrados etc.) para

extraer información química del espectro NIR. Es necesaria de todas formas la obtención de un conjunto de muestras representativas para obtener una calibración adecuada del algoritmo.

El sensor para la detección el contenido de agua en aceites mide la transmitancia en una banda del rango NIR (alrededor 1400 nm), donde se correlaciona la absorción de luz con el contenido de agua (ppm) de la muestra de aceite. Para el análisis de las muestras de aceite se han utilizado los métodos de laboratorio Finacheck y Karl Fischer.

En la siguiente figura se observa el sistema de detección óptica del sensor donde se pueden ver el emisor de luz IR, detector que recoge la señal en la banda específica y la celda fluidica que es por donde pasa el aceite para que se realice la medida.

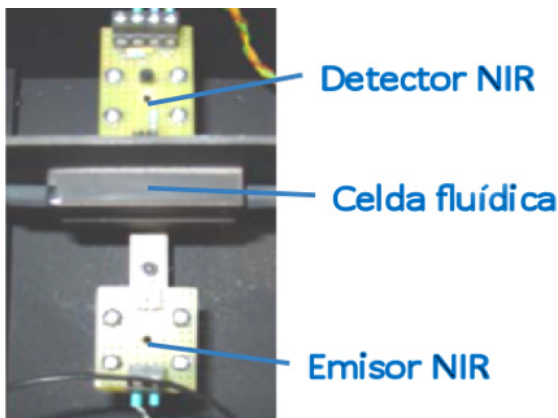


Figura 6.- Sistema de detección NIR.

Se han llevado a cabo varios ensayos de validación en sistemas hidráulicos reales donde se han identificado algunos aspectos interesantes. La sensibilidad del sistema a bajas concentraciones de agua no es especialmente buena, es decir el sensor difícilmente puede correlacionar concentraciones de agua por debajo de 1000 ppm. Cuando las concentraciones de agua son mayores, el error del algoritmo se reduce y es posible cuantificar este contenido de agua con relativa precisión. Por esto el dispositivo sensor se puede emplear para identificar si existe o no agua en el sistema, y no para cuantificar el contenido.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de la señal del sensor respecto al contenido de agua de diferentes muestras, donde se aprecia claramente que la señal del sensor no comienza a detectar una variación

clara hasta que el contenido de agua es superior a 1000 ppm.

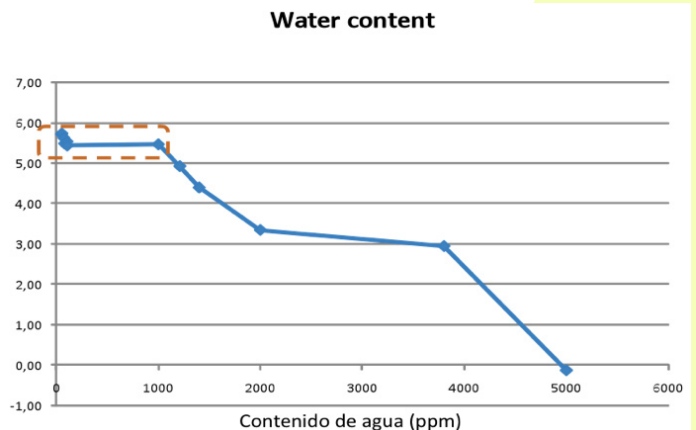


Figura 7.- Respuesta del sensor con diferentes muestras de aceite

Uno de los problemas principales de todo sistema óptico son las burbujas de aire que se generan en el sistema de lubricación, que falsean la absorción de luz y con ello la predicción del parámetro que se está monitorizando. Para ello será necesario utilizar sistemas para acondicionar el aceite antes de realizar la medida.

El siguiente test simula condiciones reales en sistemas de lubricación, tanto de presión como de contenido de burbujas de aire, y se ve una influencia enorme del porcentaje de burbujas en el sistema, por lo que se ha extraído la necesidad de evitar la presencia de burbujas de aire en el circuito de medida del sensor.

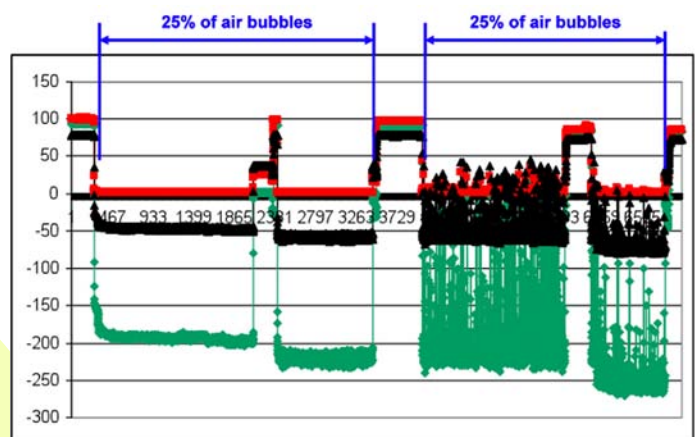


Figura 8.- Variación de la señal del sensor óptico a diferentes condiciones de contenido de burbujas



### 2.3. Sensor para detector partículas en aceite lubricante.

Las partículas de desgaste analizadas en las muestras de aceite generan una información muy valiosa del estado general de las máquinas. Esta información, indicativa del estado de la máquina, se analiza en diferentes sentidos: tipo de desgaste, tamaño y forma de las partículas y cuantificación de las mismas.

Se utilizan las siguientes técnicas en el laboratorio para analizar en contenido de partículas de las muestras de aceite: ICP-EOS, Rotrode, Analytic ferrography, Direct ferrography, PQ, Particle's counter y Lasernet Fines.

No se van a describir todas las tecnologías arriba indicadas. Únicamente se va a detallar el Lasernet Fines (LNF), que es el principio de medida que utiliza el sensor de partículas para realizar el análisis de partículas en tiempo real. El LNF es una de las técnicas más populares, principalmente porque ofrece como resultado la clasificación de las partículas en función de su forma y tamaño. LNF combina las tecnologías de imagen láser e inteligencia artificial para caracterizar las partículas de desgaste.

El sensor Optical Particle Detector (OPD) desarrollado sigue las mismas directrices que el equipo Lasernet Fines del laboratorio pero realiza las medidas en tiempo real sobre el sistema de lubricación. El sensor se basa en recoger la imagen mediante un detector CCD-CMOS y caracterizar las muestras detectadas, clasificando las mismas en función del tamaño y forma. El sistema de inteligencia artificial implementado en el sensor permite clasificar los objetos detectados y evaluar el origen del problema en cada caso.

En la siguiente figura se presenta el prototipo OPD junto con una imagen capturada mediante el mismo sensor.

Se ha diseñado una celda fluidica donde se recoge la imagen con cierto paso de luz, y USB como opción de comunicaciones. En la imagen se puede observar diferentes partículas, con diferentes tamaño y forma que son identificadas mediante el dispositivo sensor. También se observan burbujas de aire que se deben identificar.

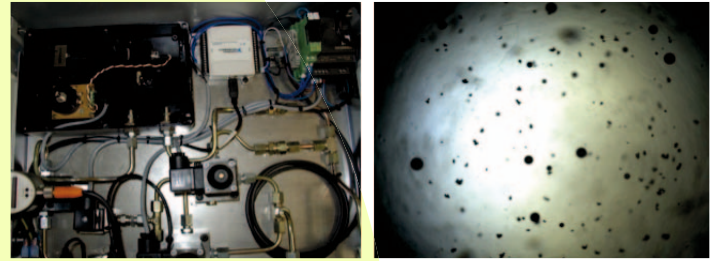


Figura 9 - a) Prototipo sensor OPD

b) Imagen de una muestra contaminada recogida mediante el sensor OPD.

El tratamiento y gestión de la información que genera el sensor es una de las principales áreas de trabajo ya que el coste computacional es muy alto. Se presentan a continuación varios pasos que se realizan para analizar la información generada. Se aplican varios criterios para la identificación de las partículas: se obtiene el negativo de la imagen, uniformidad en la imagen, límites de detección, imagen binaria y detección de objetos e identificación de partículas. Importante indicar que se deben aplicar criterios para detectar e identificar burbujas para cuantificar de manera adecuada el número de partículas.

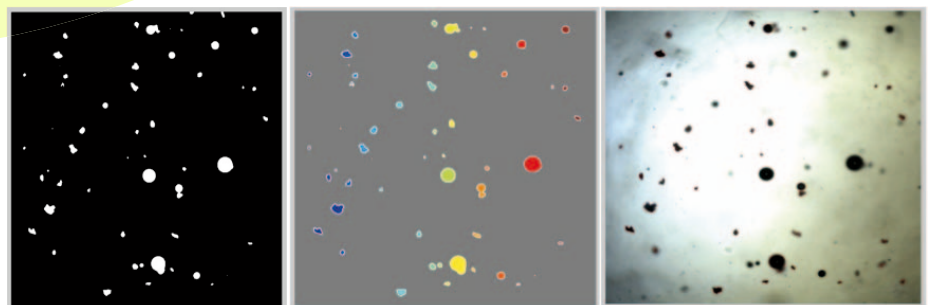


Figura 10 - Criterios para identificación de partículas en el aceite

El sensor ofrece como resultado la propia imagen que se obtiene, junto con la cuantificación de partículas y la clasificación de las partículas en función del tamaño teniendo en cuenta la norma ISO 4406. Se debe indicar que el sensor está aún en fase de prototipo para mejorar aspectos relacionados con la iluminación, acondicionamiento del aceite, y miniaturización del sistema.

## CONCLUSIONES

Los nuevos sensores desarrollados en TEKNIKER son capaces de detectar diferentes parámetros del aceite industrial. Se está llevando a cabo el proceso de testeo y validación de los mismos en sistemas reales donde se están obteniendo buenos resultados. Estos ensayos de validación permiten mejorar los sensores en cuanto a funcionalidad, fiabilidad y robustez.

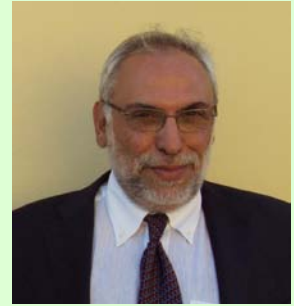
La miniaturización de los principios de medida y sistemas existentes, junto con la integración multiparamétrica de los dispositivos, deberán ser los siguientes pasos a dar para obtener sensores que puedan dar un diagnóstico más completo y fiable.

Los avances en los procesos de fabricación, materiales y electrónica permitirán la generación de una gran variedad de nuevos dispositivos y sensores para monitorizar diferentes condiciones en los sistemas lubricados y maquinaria rotativa.

## REFERENCIAS

1. A.Aranzabe, J.Terradillos, A.Arnaiz, S.Merino, D. Gomez. “Application of Microtechnologies in on-line condition monitoring of lubricants “. Communication. Tribology and Lubrication Engineering January 13-15, 2004, Stuttgart/Ostfildern, Germany.
2. D.C. Schalcosky et al. “Advances in real time oil analysis”. Practising Oil Analysis. Pag 28-37 Nov-December 2000
3. A. Aranzabe, J. Terradillos, A. Arnaiz, E. Gorritxategi, E. Aranzabe, E. Gilabert. “Desarrollo de Sensores basados en la Espectroscopía Visible como Técnica de Detección de la Degradación de un Aceite Lubricante”. Congreso ibérico de Tribología (Ibertrib), junio 2007.
4. A. Adgar, A. Arnaiz, E. Jantunen. “Challenges in the Development of an E-Maintenance System”. IFAC 2008 (International Federation of Automatic Control).

# La Gestión del Mantenimiento Hotelero y la Eficiencia



Mariano Chirivella Caballero

**Profesor de Gestión y Mantenimiento de Instalaciones Hoteleras**  
**Director del Master Internacional de Turismo (1989-2008)**  
**Universidad de Las Palmas de Gran Canaria**

## RESUMEN

**D**urante las últimas décadas, la preocupación por el deterioro del medio ambiente ha crecido considerablemente. El desarrollo turístico pasa, cada vez más, por la construcción y operación de instalaciones de alojamientos y equipos, que permitan la prestación de servicios de la mayor calidad con la eficiencia deseada.

La ecoeficiencia ha sido calificada como la nueva “revolución tecnológica”, y constituye actualmente la mejor estrategia corporativa para potenciar políticas de responsabilidad social y contribución a la calidad de vida de los ciudadanos.

La mayoría de los procesos que afectan a equipos y servicios en la actividad turística están limitados, en su eficiencia, por el uso de materias primas como el agua y la energía.

De todos es conocido que el turista consume productos tangibles muy convencionales (alojamiento, gastronomía, etc.) pero, su satisfacción al hacerlo, no depende sólo de la calidad con la que estén confeccionados, sino de lo que llamamos intangibles (lugar, entorno natural, amabilidad del prestador de servicios, etc.).

Se pueden utilizar varios medios o acciones para disminuir el impacto ambiental de las empresas. Así, entendemos que se puede cambiar el sistema de producción y organización, pero también modificar el propio producto.

La introducción del TPM (Mantenimiento Productivo Total), una de las clases de

mantenimiento más utilizadas, nos obliga a nombrar lo que los japoneses llaman las 3Y: Yakuki, Yaruude y Yaruba, en referencia a la motivación o cambio de actitud proactiva de las personas involucradas en el programa, la mejora de la competencia, habilidad o destreza para realizar las tareas (mejora de la eficacia), y el logro de un entorno de trabajo apropiado.

Dos de estas tres Y (Yakuki y Yaruba) inciden directamente en el logro de servicios y productos con una mayor eficiencia.

Los destinos turísticos deben ser, o deben convertirse, en un referente de la aplicación de políticas y estrategias eficientes de utilización de recursos. La aplicación de una planificación sostenible de la actividad pasa inexorablemente por lograr que uno de los agentes más importantes, y nos referimos a las instalaciones hoteleras, desarrollen procesos más eficientes en lo que se refiere a los recursos con los que interaccionan.

## INTRODUCCIÓN

### Los riesgos de la globalización para los destinos turísticos

Los procesos de globalización económica han favorecido el crecimiento de las actividades turísticas en diversas regiones del planeta. Esta dinámica ha traído consigo grandes

transformaciones en el mercado, destacando las presiones sobre la oferta turística a consecuencia de la emergencia de nuevos estilos de vida y de consumo, y de la intensificación de la competencia entre destinos.

A raíz de lo anterior, un gran número de productos y destinos turísticos han entrado rápidamente a una fase de madurez o declive, debido a que no se han podido adaptar a las nuevas tendencias del mercado, por lo que se han visto desplazados por nuevas ofertas que establecen mejores y más adecuadas respuestas a las nuevas determinantes del consumo. En la actualidad, cualquiera que sean los mercados en los que intentan posicionarse, independientemente de las características y tipologías de los destinos turísticos, todos ellos están sometidos a procesos y fuerzas de cambio que aumentan exponencialmente los riesgos de obsolescencia de productos y destinos.

Entre las fuerzas genéricas que impactan a los destinos cabe destacar la movilidad de los patrones de consumo como resultado de las transformaciones de los estilos de vida, el cambio tecnológico y los procesos de individualización. Los procesos de globalización que detonan e intensifican los intercambios culturales, tienen un efecto directo sobre la movilidad de los patrones de consumo.

Desde la Conferencia de Río de 1992, que había recogido las incipientes políticas y estrategias ambientales desarrolladas por las naciones en la Conferencia de Estocolmo de 1972, ha aumentado significativamente la preocupación ambiental a nivel global.

La posición ambientalista adoptada por las instituciones públicas dibuja un nuevo escenario, donde aparecen distintos actores. Entre estos nuevos actores destaca de manera especial, por la importancia social y económica que tiene en la globalización, el empresariado. Sin que suponga para las empresas un “lavado de cara” por su pasado poco ambientalista, las nuevas estrategias de producción más limpias y de eficiencia, contribuirán a mejorar, al menos, la imagen de las empresas.

No se trata, sin embargo, de mezclar los papeles que deben jugar, por un lado, los estados cuyas políticas públicas están orientadas al cumplimiento y superación de las exigencias de regulación; y por otro, el papel de las empresas, que es aunar los conceptos de desarrollo económico sostenible, en un marco de aplicación

a procesos concretos del sector productivo.

Por el alcance y las limitaciones de este artículo, no podemos pararnos en los problemas que se presentan cuando los suministros de tipo técnico están sometidos a los avatares del mercado real donde estos puedan ser adquiridos. Pero sí es clave poner de manifiesto la importancia de las políticas de gestión medio ambiental, lo que en términos anglosajones se llama “Environmental Management for Hotels”. En este sentido, grandes compañías hoteleras como la Marriot, Meridien, Tamanaco, Intercontinental o la compañía Hilton, entre otras, han desarrollado planes ambientales para reducir el tipo de impactos que produce la actividad turística.

No obstante, señalamos que las actividades “ambientalistas” efectuadas por estas compañías han centrado su objetivo en el control de recursos básicos como la energía, el agua y otros insumos como los alimentos y bebidas, detergentes, papel y plásticos.

Creemos, por otra parte, que aunque la eficiencia se fundamenta en conceptos como la protección del medio ambiente y el control de la contaminación, debe contener además análisis “ilustrativos” y “ejemplarizantes” de las formas tradicionales de abordar los problemas que surgen en el tratamiento de los recursos naturales: materias primas, energía y agua.

Para diferenciar claramente enfoques de sostenibilidad como la “producción limpia”, de este nuevo enfoque, asignaremos una especial importancia al uso eficiente de las sinergias que aparecen entre destinos e instalaciones.



En lo que se refiere a destinos, los esfuerzos realizados por organismos como ITC (Instituto Tecnológico de Canarias), han aportado las bases necesarias para ir incorporándonos a la lucha por la eficiencia. Así, y en su guía de planificación local para el ahorro energético y contra el cambio climático, este instituto de investigación pone de manifiesto la necesidad de aplicación de indicadores de eficiencia en relación a ítems tan importantes como el agua y la energía.

La guía, siendo un ejemplo de “buen hacer”, no incide en lo que en nuestro artículo parece fundamental: la formación del Recurso Humano (RRHH) en esa área, como un complemento a la formación de los recursos humanos en mantenimiento.

No obstante lo afirmado, creemos que para administraciones públicas como los ayuntamientos, estos trabajos se centran en lo que podíamos llamar contabilidad ambiental de los destinos. Se trataría de esfuerzos realizados en paralelo a lo que han hecho las empresas hoteleras para obtener certificados de calidad.

¿Habría posibilidad de extender los resultados obtenidos o políticas aplicadas, al estudio del uso de los recursos del sistema turístico, en aquellos apartados que afectan a las empresas? ¿Cuál es el papel a jugar por las empresas en la mejora de la eficiencia de estos destinos?

Lo que sucede muy a menudo, es que la actividad turística, y en concreto los hoteles se preocupan, con razón, de la imagen que transmiten en la prestación de servicios. Siendo la imagen un factor clave en empresas de servicios, no es, por supuesto, el factor “clave” del cambio. Lo que se ha traducido en dar un enfoque muy economicista a su actividad cuadrando sus balances contables, con una aplicación sistemática del binomio índice de ocupación= rentabilidad.

Muchos de los avances logrados en ahorro energético, consisten en establecer la relación del uso de las luminarias de bajo consumo, la utilización de las horas valle, o incluso la domótica, con la eficiencia; lo que no deja de ser a nuestro entender sino una utilización inteligente de las nuevas tecnologías. Pero ¿cómo convertir buenas prácticas medioambientales, o utilidades racionales de las tecnologías disponibles, en conocimiento?

Los antecedentes nos señalan que las estrategias seguidas por estos establecimientos para conseguir certificaciones de calidad (como la Q, y otras como la aplicación de normas como

la ISO 14.000, y auditorías medio ambientales-Emas) han significado un avance evidente en el desarrollo de buenas prácticas medioambientales. Sin duda, se identifican como un primer paso para lograr lo que se ha dado en llamar conocimiento. Pero no parece que se haya avanzado lo suficiente en estandarizar los procesos o profundizar en lo que se conoce como innovación, tercer elemento de la trilogía: I+D+i.



En este artículo, nos centramos en la idea de que las empresas actuarán sobre la sensibilización de sus clientes, mediante la formación de los llamados clientes internos (empleados del hotel), incidiendo en apartados como la minimización del uso de la energía, agua y materiales, de tal forma que el destino se vaya convirtiendo en referencia de sostenibilidad. Todo ello, partiendo de una potenciación de la función del mantenimiento de sus instalaciones y equipos.

### **LA EFICIENCIA ENERGÉTICA: UN FACTOR ESTRATÉGICO EN LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE LOS HOTELES.**

Cualquier cambio, si queremos que se traduzca en políticas y estrategias sostenibles en el tiempo, pasa por efectuar un análisis de lo que significaría la reducción de los costes en materias primas, que entendemos mejoraría los servicios, sin tocar aspectos como reducción en RRHH o salarios, que lograrían metas parecidas, pero con una evidente incidencia negativa en la calidad del servicio prestado.

En la mayoría de los casos, las empresas, si quieren reducir de forma significativa los impactos

producidos por el uso de los insumos, tienen que contar con las políticas y estrategias que en ese sentido apliquen sus proveedores, distribuidores y consumidores.

Eso no significa, ni mucho menos, que la empresa no pueda desarrollar políticas en esa dirección, actuando sobre aquellos agentes internos que forman parte de sus procesos.

Sin entrar en la discusión ecoeficiencia versus eficiencia económica, que nos llevaría a perder por “goleada” en el argot futbolero, nuestro trabajo pretende poner de manifiesto la importancia de aspectos tales como:

- Diferencias significativas en el uso de los edificios y las instalaciones que poseen, en el caso de viviendas, edificios institucionales o alojamientos turísticos.
- Análisis del papel innovador que pueden jugar las instalaciones hoteleras en la implantación de procesos eficientes.
- El mantenimiento de las instalaciones hoteleras y su papel en el logro de procesos eficientes.
- Planteamientos básicos de la utilidad de la aplicación de los nuevos reglamentos de eficiencia energética como el RITE, que se ocupan, de forma importante, de la eficiencia energética.

De las diversas fuentes consultadas: BID (Banco Interamericano de Desarrollo); Fomin (Fondo Multilateral de Inversiones); CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), y la UE, nos parece que las ventajas más importantes que la implantación del enfoque de ecoeficiencia, puede producir en las empresas son:

- Mejora de la productividad.
- Ahorro de energía y materias primas.
- Reducción de residuos y materiales tóxicos.
- Disminución de riesgos.
- Ahorro en el gasto de control de la contaminación.
- Mano de obra más motivada y más formada.
- Descenso de las primas financieras y de seguros.
- Una mejor imagen pública y una mayor confianza del consumidor.

Nos enfrentamos a una realidad: en las empresas de servicios, los costes de materias primas como agua y energía están incorporados al servicio que se presta, por lo que la línea más trabajada es la de confeccionar productos en base a ahorrar costes.

Los costes fijos, sobre todo, los que se refieren a los RRHH empleados, con cierta frecuencia, se reducen eliminando personal o pagando salarios más bajos amparados en una amplia oferta de capital humano y/o empresas de servicios. Es frecuente la adaptación de la empresa, a la temporada alta o baja, a los cambios de propiedad, etc. Un reflejo de esta situación es el enorme uso que se hace de la contratación externa.



Consideramos que puede ser útil poner de manifiesto la diferencia entre eficiencia y eficacia. La eficiencia consistiría en realizar los servicios con la mayor eficacia posible, optimizando el uso de los recursos; mientras que la eficacia, sería el realizar los servicios con la mayor rentabilidad posible.

Las empresas de servicios, sobre todo las que inciden sobre la actividad turística, tropiezan con el hecho evidente de manejar productos con gran carga de intangibles, difíciles de cuantificar. Es posible, por tanto, que en muchos casos, estemos siendo eficaces, actuando sobre la parte tangible del servicio, pero no eficientes al dejar de lado los intangibles del producto turístico.

En definitiva, nos parece de suma importancia el incidir en el control de la eficiencia de nuestros procesos, lo que significa desde nuestro punto de vista, analizar las relaciones entre la función de mantenimiento, y los clientes internos y externos.

En lo que se refiere a los clientes externos, la mayoría de los estudios sobre perfiles de turistas,

van en la dirección de señalar como básico sus gustos. En ese sentido, es muy importante adelantarse a ello y prestar unos servicios que se adecuen a esos gustos. Pero, sin negar la importancia que tiene para la comercialización de productos y servicios el matiz anterior, quisiéramos reflexionar sobre el intangible “experiencia”, que acompaña a este tipo de consumo.

En efecto el turista cuando viaja, no se despoja o desprende de su cultura y, sería bueno incidir sobre las diferencias culturales de los mismos, a la hora de confeccionar los productos o servicios.

Los destinos tienen evidentes diferencias aunque estén enmarcados en grupos o tipos de turismo. Sin embargo, los hoteles de playa de nuestras costas tienen pocas diferencias entre sí, a pesar de que uno tenga diferentes sensaciones en cuanto abandona la instalación.

### ¿Dónde podríamos encontrar elementos de diferenciación de nuestras instalaciones básicas como los hoteles?

La primera diferencia estratégica estaría en el mantenimiento de esas instalaciones, de forma que cumplan sus funciones durante el ciclo de vida de las mismas. En esa línea, la implantación de una gestión del mantenimiento adecuada, facilitaría que la prestación de los servicios que conforman nuestro producto, se hiciera con la eficacia necesaria.

No obstante, y dado que la mayoría de las empresas estarían interesadas en que se cumpla este apartado, la diferenciación estratégica no se podría alcanzar solamente cumpliendo este parámetro. Proponemos, por tanto, trabajar en la línea de conseguir consumidores internos y externos más sensibilizados con el objetivo de la eficiencia.

Se constata que los consumidores externos van cambiando en la dirección de volverse cada vez más “ecológicos”, no ocurre lo mismo con los RRHH involucrados en la gestión del mantenimiento.

En la mayoría de los casos, las empresas hoteleras consideran que el mantenimiento es un coste y no una inversión. Los indicadores/ratios más utilizados nos muestran el coste del mantenimiento referido al coste total, y no a la facturación.

No queremos pensar que esto sucede porque la parte financiera del hotel va buscando solamente la rentabilidad del producto, y para ello muchas veces subcontrata los servicios de mantenimiento, porque ello ayuda a cuadrar las cuentas. Como todo negocio a medio y largo plazo, poner en peligro equipos e instalaciones que son el sustento del negocio, sería una temeridad.



Creemos que se trata, eliminando un análisis colateral que tendría en cuenta que los edificios se pueden vender en el transcurso de su ciclo de vida, de un cambio de producto basado en el cliente externo: el turista.

Se tiene bastante asumido que la promoción “Boca-Oreja” es bastante eficaz en la difusión de los productos turísticos, y en ese sentido sería estratégico que el cliente diera muy buena opinión, no sólo de la bondad de nuestros servicios, sino que la empresa se incorporara a la lucha por atenuar los efectos adversos producidos por una actividad económica tan importante.

Pero estamos proponiendo que la actividad turística, responsable también de gran parte de la emisión de los GEI (gases de efecto invernadero), cambie su forma de producción para adaptarse a la tendencia mundial en ese sentido.

Como decíamos al principio del artículo, gran parte de estas emisiones, no pueden ser alteradas con una política de empresa, dada su dependencia de los proveedores de energía, que siguen utilizando combustibles fósiles/ no renovables, por lo que el cambio en esta dirección es inviable o al menos muy costoso.

Pensamos que la dirección del cambio tiene que ir en la consecución de la eficiencia, a través de la aplicación de políticas y estrategias de ahorro energético, apoyadas por planes de mantenimiento para instalaciones y equipos.

En este punto nos gustaría señalar como básico, indicar las diferencias que hay entre políticas y buenas prácticas. En primer lugar, consideramos casi asumidas por todos los agentes que intervienen en los procesos de la actividad turística, la necesidad de ahorrar energía y agua. Para ello, se utilizan bombillas de bajo consumo, automatismos de todo tipo, se utilizan las aguas residuales para regar jardines de hoteles, etc. Pero consideramos que eso, que entraría en el campo de las buenas prácticas, no es suficiente.

Sería bueno que, cada vez más, se implantaran los programas de GMAO (Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador), instrumento muy eficaz para el control de todo el funcionamiento de equipos e instalaciones; y se analizará la eficacia de las subcontrataciones de los servicios de mantenimiento.

No obstante estaríamos quizás reforzando la estrategia de mejorar la eficacia de los procesos sin alcanzar la meta deseada de mayor eficiencia. A nuestro entender entraríamos en el camino/cultura de la eficiencia, abordando otras estrategias como:

#### ◇ **Difusión de la política de la empresa, entre los clientes internos y externos.**

La web de un hotel ha servido hasta ahora, en general, para comercializar el producto y no “explicarlo”. Por ello, sería necesario promocionar, todos los avances dados por el hotel en ese sentido, a través de los diversos canales que tiene a su alcance, teniendo en cuenta la amplia gama disponible tras la irrupción de las TICs (Tecnologías de la Información Comunicación). Se debe tener presente que esta irrupción y expansión ha modificado el sistema turístico en general, pasando, ahora, el usuario turístico a convertirse en el centro de atención de todos los modelos de negocio. Podemos identificar los siguientes canales para aplicar esta difusión de la política de la empresa:

- Los Global Distribution System (GDS) tradicionales y las webs asociadas.
- A través de dispositivos móviles, que dotados con gran capacidad multimedia y alta movilidad, favorecen el avance de la trivergencia.

Con la incorporación a los dispositivos móviles, de tecnología GPS, y las capacidades de acceso a internet, se está potenciando los ambientes inteligentes, permitiendo que la comunicación con los clientes (ya sean internos o externos) pueda ser georeferenciada, y en tiempo real.

- Webs propias de los hoteles o de consorcios.
- Webs de otros proveedores como las de las compañías aéreas tradicionales o las compañías low-cost.
- Touroperadores y sus webs.
- Agencias de viaje tradicionales o agencias de viaje online (OTASs).
- Infomediarios y Metamediarios (intermediarios online).
- Los Sistemas de Gestión de Destinos (SGD) (como Spain.info).
- Los micro-SGDs que tienen desarrolladas distintos organismos autónomos, los gobiernos autonómicos, comunidades autónomas, ayuntamientos, etc.
- A través de las redes sociales, que representan un canal de auge muy fuerte en la actualidad, y pendiente de la explotación adecuada por parte de los hoteles.

#### ◇ **Explicitar, en los contratos de servicios de mantenimiento, que un objetivo fundamental es el ahorro, en la búsqueda de la eficiencia, y no solo se trata de aplicar mantenimiento correctivo y/o preventivo.**

#### ◇ **Incorporar a las funciones de mantenimiento, la evaluación energética del edificio, para lo cual hay que potenciar la formación de RRHH en este campo.**

#### ◇ **Sensibilizar al cliente externo de que es un pilar fundamental del ahorro, por el buen uso que haga de equipos e instalaciones.**



## CONCLUSIONES.

La llegada de los nuevos clientes con perfil ecológico, nos exigirá procesos más eficientes, lo que incidirá directamente en la mejora de la imagen de nuestros establecimientos.

En la mayoría de los casos estudiados, creemos que las empresas hoteleras han incidido en una mejora de la eficacia de sus procesos, y no en la eficiencia de los mismos.

Es necesario renovar y rehabilitar los destinos, no sólo sustituyendo o mejorando infraestructuras e instalaciones, sino también promoviendo que los clientes internos y los turistas, se conviertan en agentes activos.

Aunque se trabaja en este campo de la eficiencia, creemos que no se ha renovado, o mejor, reorientado lo suficiente la formación de los RRHH encargados de aplicarla, con lo que se corre el peligro de que el conocimiento que nos llegue, sea solo producto de una extrapolación de modelos utilizados en otros territorios.

Las islas con dos universidades, que tienen experiencia de formar expertos en mantenimiento y con profesionales eficaces que han resuelto los problemas que se presentan en las instalaciones hoteleras, deben recibir la formación adecuada y en tiempo, para abordar la nueva estrategia de la eficiencia.

Destacar que lo que presentan diversos autores como la analogía entre un plan de salud y formas de mantenimiento como el TPM, se pone más de manifiesto si cabe, en ciclos económicos de crisis. La administración considera que el mantenimiento es cosa de las empresas, sobre todo de producción, y que su papel se ve claramente reflejado/cumplido con la emisión de reglamentos cada vez más complejos, como el nuevo código de la edificación y otros.

En efecto el mantenimiento es considerado por algunas empresas como el mal necesario que hay que sufrir, es decir como un gasto/coste importante, pero no como una inversión necesaria para el buen funcionamiento de equipos e instalaciones.

El ciclo de vida de instalaciones y equipos nos da una idea de la vida media de estos, y en época de crisis económica, tiende a cumplirse, pues no se pueden realizar sustituciones o inversiones nuevas. Si un buen mantenimiento, unido a un buen uso, garantiza en parte la vida de equipos e instalaciones, no se explica el que las

empresas sigan considerando el mantenimiento como un gasto y no como una inversión. Al fin y al cabo, podíamos pensar que con un buen mantenimiento estaríamos logrando garantizar “el derecho universal a funcionar bien” de equipos e instalaciones.

La movilización de las empresas mediante políticas y buenas prácticas de mantenimiento, en sus diversas formas: correctivo, preventivo, TPM, etc., es, sin duda, un paso hacia la generación de empleo, en este caso de empleo estable y de calidad.

Con la puesta en marcha de la normativa europea de eficiencia energética, en sectores económicos como el turismo, con empresas de alojamiento que tienen las instalaciones envejecidas, pensamos que se podrían dar cifras de potenciales empleos muy importantes.

Las empresas turísticas, al desarrollar servicios especializados de mantenimiento, potencian la prestación de servicios con mejor calidad, incorporando las nuevas tareas (gestionar la energía que gastan). Potenciar los departamentos de mantenimiento o mejorar el control sobre el mantenimiento subcontratado, serían políticas perfectamente entendibles por la dirección de la empresas, y por los clientes internos y externos (turistas).

Creemos que una tarea de la empresa, sería analizar los beneficios económicos que reportaría un plan de mantenimiento integrado, donde a las pautas de ahorro, se incorporaran la gestión de riesgos, y la adaptación a las nuevas tendencias en el uso de las materias primas como la energía y el agua. Todo ello, sin renunciar a que los esfuerzos de adaptación a la nueva situación, se vean reflejados en los balances contables de la empresa.

Nos parece, que en el caso de la actividad turística en Canarias, el esfuerzo que se haga estará más que justificado ya que es una región que tiene del orden de 400.000 camas.

Para nosotros hay una evidente semejanza entre un plan de salud y un plan de mantenimiento. Si para el primero, la prevención, los gastos y la salud de las personas es algo prioritario; las políticas y estrategias de una empresa de servicios moderna en relación al mantenimiento que aplican a sus instalaciones y equipos, no puede verse como un “gasto”. Una empresa competitiva debe de ser consciente de que la prestación de servicios de calidad, con la eficiencia necesaria, no es el problema, sino la solución.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Borsenik, F.; Stutts, A. (1997): The Management of Maintenance and Engineering Systems in the Hospitality Industry. Editado por John Wiley & Sons, Inc.
2. Clark II., W. (1998): Análisis y Gestión Energética de Edificios. Ediciones Mc Graw-Interamericana de España, S.A. Madrid.
3. Cuatrecasas, L. (2003): TPM: Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción. Ediciones Gestión 2000, SA. Barcelona.
4. De Bona, JM<sup>a</sup>. (1999): Guía para el responsable de la conservación de locales e instalaciones. Madrid. Editado por Fundación Confemetal.
5. Felipe, J. (1996): Dirección Estratégica de los Hoteles del siglo XXI. Editados por Mc Graw- Hill- Interamericana de España,S.A. Madrid.
6. González, F. (2007): Contratación Avanzada del Mantenimiento. Ediciones Díaz de Santos, S.A.
7. GUÍA PARA LA APLICACIÓN DEL REGLAMENTO DE LA UE 1836/93 EN EL SECTOR TURÍSTICO DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANARIAS (2000). Editado por el Gobierno Autónomo de Canarias.
8. DIRECTIVA EUROPEA SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS. Impacto sobre la Actividad Inmobiliaria (2003). Editorial de la Fundación General de la Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.
9. Piedras, P. (2005): Dirigir hoteles... esa difícil partitura. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla.
10. Womack, J.P; Jones, D.T. (2005): Lean Thinking- Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa. Ediciones Gestión 2000.

# Proyectos de Medio Ambiente y Optimización de Recursos en Plantas de CCC



Jesús Castro Campos

Encargado Servicio Técnico y Servicios Generales.  
Compañía Cervecera de Canarias.

La implicación de las empresas en el cuidado del entorno se ha convertido en los últimos años en un aspecto de vital transcendencia. Esta tarea es aún más necesaria en un contexto como el de Canarias: un territorio reducido, fragmentado, alejado del continente y dependiente del exterior para el abastecimiento de materias primas y de otros materiales necesarios para la producción.

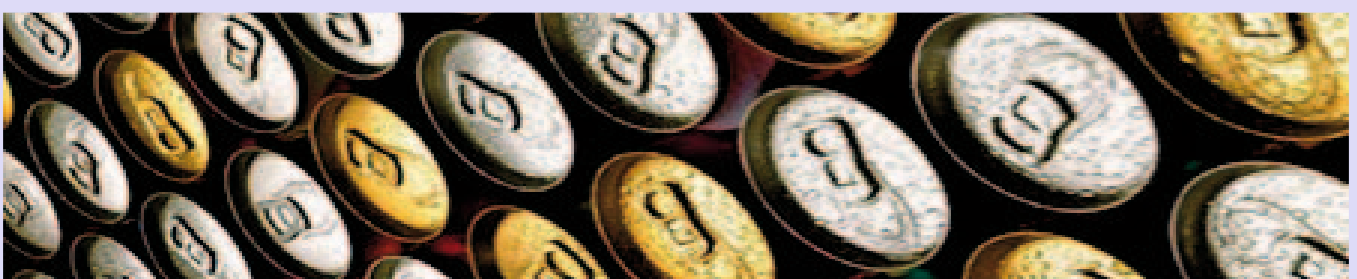
En Compañía Cervecera de Canarias, como empresa industrial y como importante motor de la economía de las islas, somos conscientes del alcance del problema y, por ello, hemos puesto en marcha desde hace años ambiciosos proyectos que nos permiten minimizar nuestra huella en el medio ambiente y optimizar los recursos que la naturaleza pone a nuestra disposición.

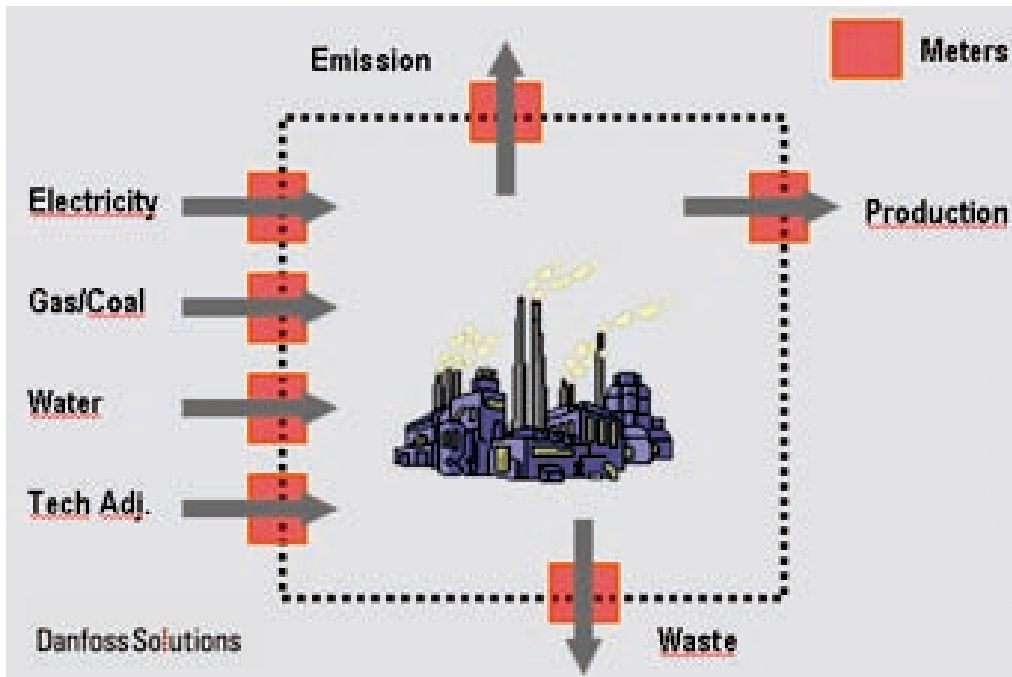
Entre estos proyectos, debemos destacar la puesta en marcha experimental de una “Planta de Biogás” en nuestra Fábrica de Las Palmas, una ambiciosa instalación que permite generar energía eléctrica y térmica a partir de los gases producidos en el proceso de depuración de aguas generado por la propia Fábrica, reduciendo, de esta forma, el consumo energético y la emisión de vertidos en el medio ambiente.

Con esta planta, la Fábrica de Las Palmas tiene un ahorro aproximado al 17% de la energía que consume, reduciendo la factura de compra en un 20%. Además, con la energía generada con la nueva planta, cada día se podría suministrar energía a 1.747 viviendas del Archipiélago.

Otro proyecto a destacar es el de “Ahorro Energético en la Producción”, tanto para la Fábrica de Santa Cruz como para la de Las Palmas. No se ha tratado simplemente de un proyecto técnico-económico, sino de un proyecto de cultura hacia el ahorro, que establece las bases de una gestión avanzada y encaminada hacia la excelencia, consiguiendo implicar responsablemente a todos los niveles jerárquicos de la Compañía.

El Proyecto comienza con un previo estudio por parte de una prestigiosa firma danesa, Danfoss Solutions A/S, precedido de unas propuestas detalladas de ahorro energético para ambas Fábricas. En dichas propuestas, como objetivos prioritarios, se identifican y cuantifican los ahorros potenciales, las oportunidades técnicas de mejora, y se planifica un plan de acción formado por un grupo representativo en ambas Fábricas que se encarga de transmitir cultura de ahorro y detectar oportunidades de mejora.





**El Proyecto consta de tres pilares principales:**

- La Monitorización y Recopilación de datos en un Software de Gestión.
- Los Ahorros Técnicos y Operativos de las nuevas instalaciones a realizar, aprovechamiento del Biogas, Unificación de líneas de Envasado, Mantenimiento preventivo y predictivo de los equipos e instalaciones, etc.
- La Orientación de los Recursos Humanos hacia los ahorros, encaminadas a la Excelencia en la Gestión.

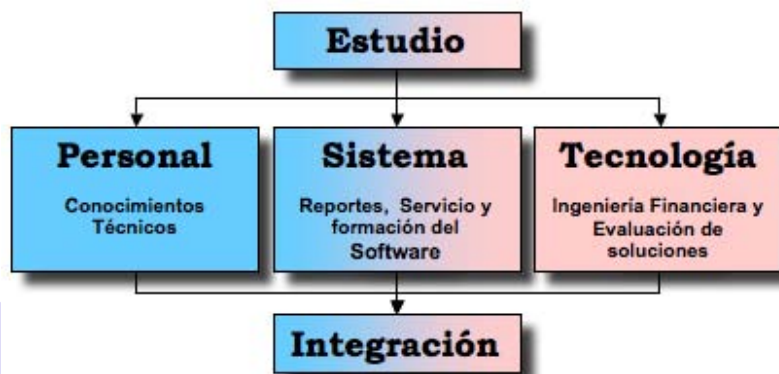
un sistema de inyección a alta presión en contra del vapor perdido del condensado.

A continuación se muestra la evolución del ahorro conseguido con la puesta en marcha de la mejora. Su implantación tuvo un coste de 3.548 €, con beneficios anuales de 14.100 € (Ver gráfico 1).

Otro Proyecto ambicioso es el denominado “Giro Ambiental” a partir del acuerdo alcanzado con nuestro partner Canarias Forestal. Este proyecto consiste en la entrega del 100% del bagazo, polvo de malta, levadura y tierras filtrantes que se generan como subproductos en nuestra actividad de producción de cerveza en nuestra Fábrica de Santa Cruz de Tenerife, para posterior pienso para ganado y abono orgánico para el sector de la agricultura.

Este proyecto es la primera iniciativa emprendedora en este sentido, que garantiza una valoración sostenible en el tiempo de los subproductos generados por la industria cervecera, sin hacer uso de energía en su posterior tratamiento.

Canarias Forestal es la primera empresa en España que realiza un completo proceso de reciclaje de los desechos generados por esta actividad industrial que, junto a otros residuos agroalimentarios, les permite elaborar el primer compost canario de calidad: un abono orgánico para la agricultura que respeta la calidad del suelo, no contamina los acuíferos y tampoco emite gases de CO<sub>2</sub> o metano a la atmosfera.



Uno de los ejemplos más significativo, llevado a cabo durante este Proyecto, ha sido el precalentamiento de agua de alimentación a nuestras calderas de vapor, el cual no se ha realizado por medio de los habituales intercambiadores de calor, sino que se ha utilizado

Todos estos Proyectos, unidos a nuestro adecuado Mantenimiento para los equipos e instalaciones de ambas Fábricas, y junto a otras iniciativas y acciones medioambientales, han sido la clave para alinearnos con los objetivos que la Compañía había marcado con anterioridad.

La conciencia ecológica ha dado un paso más. Ya no sólo las personas se implican con los problemas del planeta. La protección de los recursos naturales preocupa al mundo industrial y empresarial.

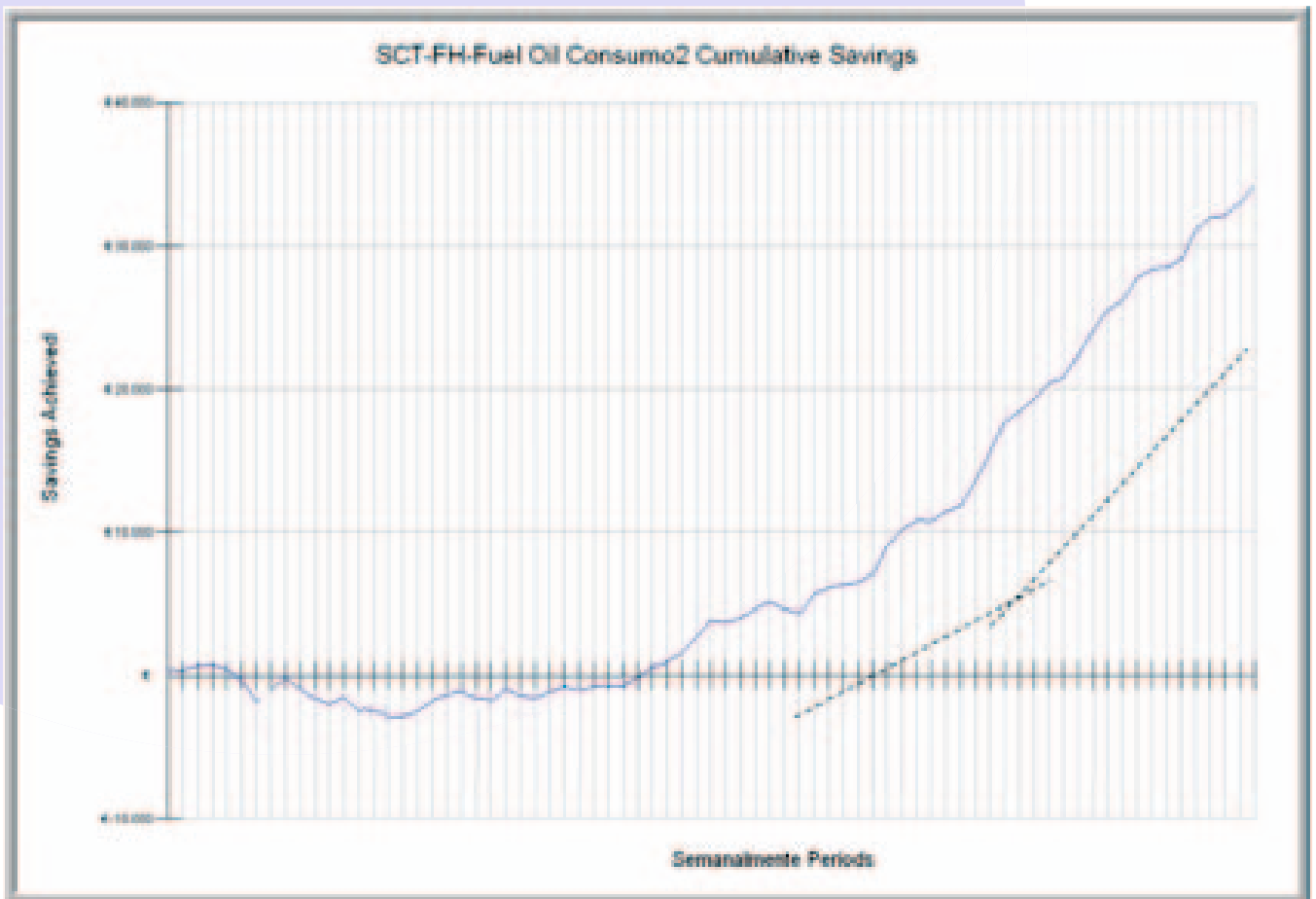


Gráfico 1.

# Mantenimiento del Reloj

## El Pequeño Gran Olvidado



Alberto Pajuelo Fernández  
Coleccionista de Relojes.

Estimados lectores, cuando me propusieron redactar un artículo sobre este asunto, lo primero que se me ocurrió es que tenía entre las manos la posibilidad de hacer ver a quien estuviese interesado y no tuviese conocimiento sobre el tema que, un reloj es mucho más que un objeto para medir el tiempo y que quizá pudiese despertar el interés de algún lector por lo que tanto me fascina: la relojería mecánica.

¿Quién no tiene o ha tenido alguna vez un reloj mecánico en su muñeca, bien haya sido de remontaje manual o automático? ¿Alguna vez se han preguntado qué es lo que hay dentro y por qué nos regala ese latido en forma de sempiterno tic-tac?

Pues bien, dentro de la caja de un reloj existe una pequeña máquina con “vida propia”. Una máquina de precisión, que en el caso de las piezas más complicadas puede contener más de cuatrocientas piezas y que como tal, necesita de un afinado, lubricación y mantenimiento periódico. El mantenimiento de un reloj pasa, entre otras cosas, por un desmontaje completo del calibre, lavado de sus piezas, sustitución de las que lo requiriesen, engrasado de aquellas que estén sometidas a fricciones y desgastes, posterior ensamblado, ajuste y comprobación del funcionamiento general, especialmente de su precisión.

El período medio aconsejado por los fabricantes para llevar a cabo este servicio ronda los cinco años de media, siendo el mismo bastante flexible,

en función de criterios como el tipo y tiempo de uso de la pieza. Es decir, no es lo mismo tener un solo reloj que intercambiar esa misma pieza con varias unidades, teniendo por ello como consecuencia, una disminución en el número de horas de uso totales. Igualmente no requiere la misma preocupación en ese sentido, un reloj de submarinismo profesional que usemos para tal menester, que una pieza que exclusivamente utilicemos en situaciones determinadas, como cuando vestimos elegantemente. Personalmente, en cuestiones sobre el intervalo de mantenimiento voy más allá y soy de la opinión de que si el reloj no lo avisa, no es necesaria su intervención. La manera de avisar, bien podría ser un desajuste en su exactitud más allá de lo tolerable.

Pieza imprescindible de este puzzle es el servicio técnico. Sin un servicio de calidad y confianza no sólo nuestro guardatiempo no estará en condiciones satisfactorias, sino que además, perderemos la confianza en la marca. Y éste, por desgracia, es un asunto que no todas las Casas tienen resuelto como debiera esperarse, a tenor de los precios que pueden llegar a pagarse por una de estas maravillas y que en algunos casos de piezas concretas, puede llegar a igualar o superar el precio de un apartamento de lujo en cualquiera de nuestras ciudades. En este sentido hay una marca que destaca sobre todas las demás y es Rolex. No sólo tiene las más amplias y mejor preparadas instalaciones en su central de Madrid, aquí en España, sino que tiene por norma equipar a cada uno de sus concesionarios con un relojero específicamente formado en Suiza, para llevar a cabo las operaciones de mantenimiento

y reparación de sus piezas e, importante, en un tiempo aceptable y no menos importante todavía, a unos precios razonables, haciendo por ello que el cliente se sienta cercano, satisfecho y familiarizado con la marca y el producto. Por no mencionar que, si Usted entrega su reloj en Buenos Aires, lo puede perfectamente recoger en Tokio, si ese es su deseo o necesidad.

Es por ello este un factor clave a la hora de elegir marca y reloj ya que, indefectiblemente, nuestro querido compañero habrá de pasar por la “enfermería” y créanme, hay pocas cosas tan desoladoras para un aficionado como depositar su reloj en un servicio, sabedor, no sólo de que estará meses sin su pieza favorita, sino que además, tendrá que dejar un riñón como parte de pago de la intervención.

Una vez metidos en materia, comenzaremos con algunas curiosidades antes de centrarnos en la lubricación del conjunto de piezas más importante dentro del mecanismo de un reloj, su corazón, que no es ni más ni menos que el escape.

Seguramente hayan oído hablar o leído en la esfera de alguno de sus relojes sobre los rubíes. Este o aquel reloj tiene tantos rubíes. Bien. ¿Y qué demonios es eso de los rubíes? ¿Será mejor o peor si tiene más o menos de ellos? ¿Cuál es su utilidad?

zafiro sintético que cubren la esfera del reloj en las piezas de cierta calidad. ¿Qué sentido tienen? Casi en todos los casos son elementos antifricción. En cada uno de ellos, por lo general, “descansa” y gira sobre sí mismo el pivote del eje de una rueda dentada o piñón que, dependiendo de la velocidad y de la fuerza de arrastre que ejerza esa rueda, estará lubricado con un aceite de una viscosidad específica y de un origen determinado, en ocasiones fabricado por la misma Casa relojera como en el caso de Seiko y algunos de Rolex. Por ello, son estos, algunos de los puntos a lubricar en las intervenciones, sirviéndose los relojeros de unas minúsculas aceiteras fabricadas *ad hoc* y de lupas de, al menos, diez aumentos.

Es de suponer que a más rubíes, más ejes, ruedas dentadas y piñones, y por lo tanto, en principio, más piezas y complicación albergará el movimiento. Sólo se cuentan los rubíes que tengan utilidad en el sentido que hemos citado, por lo que es posible que algunos movimientos cuenten con mayor número de ellos.

Una vez depositado el reloj en el Servicio Técnico, cuando el relojero lo abre destapando la caja, generalmente por detrás, lo primero que observará será el fondo de la misma. Estas tapas suelen ir “dibujadas” con una textura específica grabada en el material y con el objeto de que las minúsculas partículas que se desprendan, procedentes de la fricción de las partes móviles, queden depositadas en los surcos del grabado y no puedan así causar ulteriores daños o desgastes prematuros en otras partes móviles. Un experto profesional, mirando la tapa, podrá obtener bastante información sobre el estado de la pieza que va a revisar, ahorrándose tiempo y pudiendo preparar ya, con este dato, la estrategia a seguir en la operación de mantenimiento de la unidad.



(Foto 1)

Actualmente los rubíes no son tales. Son pequeñas “piedras” de corindón o zafiro sintético, es decir, óxido de aluminio cristalizado, coloreadas de rojo y de una dureza extrema, 9 en la escala de Mohs. Es el mismo material de los cristales de



(Foto 2)

Como quiera que el espacio del que dispongo es limitado y tampoco se trata de aburrir soberanamente, nos vamos a centrar, como ya adelanté, en la lubricación del escape del reloj. A grosso modo, cualquier reloj, sea mecánico o de cuarzo, se alimenta de una fuente de potencia. En el caso que nos ocupa, ésta procede del muelle real, que “vive” enrollado en su barrilete y el cual armaremos, bien manualmente, dando cuerda si procede, o mediante los movimientos de la muñeca balanceando el rotor de carga por efecto de la gravedad. Esta potencia llega al divisor del tiempo (volante) que divide el tiempo en partes iguales. La misma, se transmite mediante un sistema de transmisión de potencia, es decir un tren de engranajes y el escape, para finalmente y mediante otro tren de engranajes, presentarse la hora, en este caso, a través de las agujas sobre la esfera.

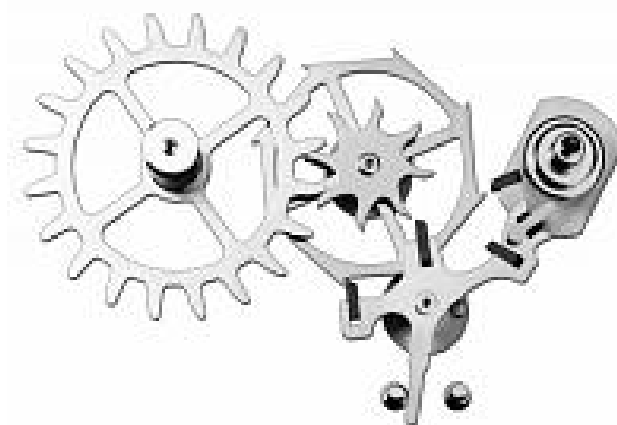
Podemos decir que el sistema de escape es el corazón del reloj que, divide el tiempo en partes iguales y lo transmite mediante ruedas para ser representado sobre la esfera. Es, con mucho, el conjunto de piezas más sensible y delicado de cualquier movimiento y, por ello, se le presta especial atención, ya que será en este grupo de piezas donde se intervendrá para regular la marcha del movimiento.

El escape está compuesto por el áncora, la rueda de escape, el volante y el muelle espiral, cuyo grosor es similar al de un cabello humano.

El volante es la pieza que más rápido se mueve dentro del reloj. En la mayoría de los casos tiene un balanceo isocrónico de 28.800 alternancias por hora, es decir 4 Hertz, unos 8 tic-tac por segundo. Por lo tanto, los pernos de su eje, apoyados sobre sus respectivos rubíes y estos, conteniendo específicos sistemas antichoques para absorber la energía de los golpes, son los más necesitados de lubricación específica y las piezas más sensibles a las roturas por deceleraciones bruscas sufridas en los mencionados posibles impactos. También tenemos volantes que baten a más velocidad. Concretamente a 36.000 a/h ( 5 Hertz) como en el caso de los movimientos El Primero de Zenith y es ahora, cuando la lubricación se hace más vital, si cabe. En este caso, y como el lubricante tiende a “escaparse” debido al efecto de la fuerza centrífuga, por la mayor velocidad de giro, los dientes de la rueda de escape y las paletas del áncora van lubricados con aceite seco a base de bisulfuro de molibdeno. Igualmente, los ejes de volante de estos movimientos se lubrican

con aceites especiales y ni que decir tiene que, el período transcurrido entre mantenimientos es más corto. Y he ahí su posible desventaja sobre los anteriores. Sin embargo, este número de alternancias, prácticamente en desuso en la actualidad, brindan más precisión al movimiento.

No obstante todo ello, los fabricantes investigan con técnicas y nuevos materiales que brinden la posibilidad de alargar estos periodos de mantenimiento y engrase de sus escapes, cuando no de evitarlos por completo. Tal es el caso de Omega y su sistema de escape co-axial diseñado por el maestro relojero inglés George Daniels y que Omega ha incorporado poco a poco a la práctica totalidad de los calibres que utiliza en sus relojes. En este caso se reduce al máximo la fricción entre las paletas de la boca del áncora y los dientes de la rueda de escape, haciendo prescindible la lubricación en esta zona, que es el punto más vulnerable en ese sentido. Se recomienda visitar la web señalada más adelante, relativa a este sistema de escape co-axial, donde se representa la idea claramente.



(Foto 3 Daniels)

Otro relojero que propuso su particular concepto antifricción, no menos interesante, fue Paul Gerber en su calibre 33.

Mención aparte merece el escape de Audemars Piguet, presentado en 2006 después de 10 años de investigación y desarrollo. En este caso, no sólo se prescinde de lubricación, sino que además se consigue una frecuencia de 43.200 alternancias por hora, lo que redundará en una precisión extrema... al igual que su precio.

En lo que respecta al uso de nuevos materiales, y hablando de escapes, el material elegido para evitar los mantenimientos y la lubricación es el



silicio. A pesar de ser un material común en la corteza terrestre, aproximadamente el 25% de su composición corresponde a este material, presenta la dificultad de su refinado, que resulta extremadamente complejo y, por lo tanto, caro. Mediante una reacción con carbono se ha de extraer el oxígeno de su composición hasta dejarlo en un estado de pureza del 98%. Y aún así no es apto para ser usado en relojería, por lo que es necesario someterlo a tratamientos químicos que eleven su pureza al 99%.

El “asunto” del silicio comenzó con la colaboración entre el Centre Suisse de Electronique et de Microtechnique (CSEM) de Neuchâtel, en Suiza, el Institut de Microtechnique de l’Université de Neuchâtel, y tres de las grandes marcas relojeras, Patek Philippe, Breguet y Rolex. Aunque ya antes, la misma Breguet, Ulysse Nardin, Richard Mille o Zenith habían usado este material de una u otra manera, aunque no en estado puro, e incluso creado y patentado sus propias aleaciones.

Patek Philippe, incluso crea su propio material denominado Silinvar, a partir de una modificación molecular en la superficie del silicio, obteniendo así un producto antimagnético, muy ligero, reduciendo drásticamente la fuerza centrífuga y que, además, permite compensar las variaciones térmicas debido a un bajísimo coeficiente de dilatación. Este material, asunto importante en micromecánica, permite una precisión de corte, para su mecanizado, de un micrómetro.

Patek llamó a su escape Pulsomax. Tanto la rueda de escape, como el ánora y el muelle espiral, actualmente, son de este material en el citado sistema.

Con todo ello, y muy a grandes rasgos, habida cuenta del espacio limitado que tenemos, observamos cómo los fabricantes más avanzados tecnológicamente le plantan cara al enemigo número uno de los relojes mecánicos: la lubricación y la necesidad de alargar los períodos entre mantenimientos.

**Direcciones Webs recomendadas:**

- Videos sobre montajes en los mantenimientos:

<http://www.youtube.com/watch?v=XpCWvHS5dIs>

<http://www.breitling.com/service/>

- Escape co-axial:

<http://www.timezone.com/library/horologium/horologium631670193290479607>

<http://www.abbeyclock.com/coaxial.html>

- Escape Audemars Piguet:

[http://www.cronomundi.com/novedades\\_detalle.asp?ID=721](http://www.cronomundi.com/novedades_detalle.asp?ID=721)

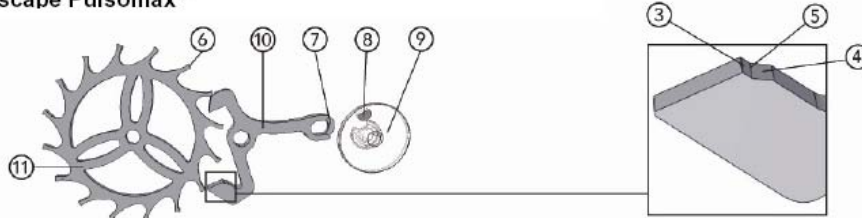
- Escape Paul Gerber:

[http://www.ornatus-mundi.ch/artikel\\_7/artikel\\_7\\_1.htm](http://www.ornatus-mundi.ch/artikel_7/artikel_7_1.htm)

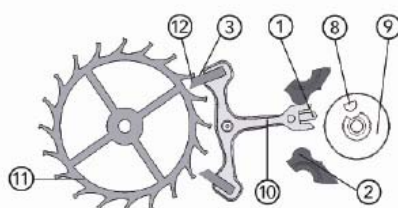
- Escape Pulsomax de Patek Philippe:

[http://www.cronomundi.com/club\\_basel\\_detalle.asp?ID=329](http://www.cronomundi.com/club_basel_detalle.asp?ID=329)

Escape Pulsomax®



Escape de ánora suizo convencional



1	Dardo	7	Función del dardo
2	Tope de limitación	8	Clavija
3	Plano de reposo	9	Platillo
4	Plan de rappel	10	Ancora
5	Muesca de reposo	11	Rueda de ánora
6	Pico de reposo	12	Plano de impulso

(Foto 4)

# El Mantenimiento Industrial y el Factor Humano



Rafael Hernández González

**Director de Operaciones del Grupo Editorial Prensa Ibérica en las Islas Canarias (Artes Gráficas del Atlántico, Editorial Prensa Canaria y La Opinión de Tenerife).**

El que un proceso industrial sea capaz de cumplir con la producción, órdenes de trabajo, calidad estipulada, tiempos programados y precios aceptados, está en relación lineal con los equipos productivos (máquinas y procesos) estén operativos siempre que sean necesarios.

Esta afirmación, muy fácil de entender y en la que todos estamos de acuerdo, en muchas ocasiones es difícil de conseguir.

Las razones por la que la afirmación anterior no se suele cumplir, son tantas, como se quiera:

- No podemos hacer el mantenimiento porque tenemos una producción que cumplir y la entrega del producto al cliente, es lo primero.
- Podemos alargar más el tiempo entre mantenimientos porque no pasa nada.
- Lo haremos cuando tengamos el equipo de mantenimiento al completo.
- “Cada vez que paramos para hacer el mantenimiento, al arrancar la máquina salen problemas que no existían” con lo que se da la ecuación de:

Mantenimiento = Problemas.

Solución = No Mantenimiento. “Entre menos mantenimiento mejor producción”.

- Por desconocimiento.
  - Por costes al ejecutar los mantenimientos
- ¿No puedes usar un repuesto más barato?

Se podría seguir dando razones de tipo productivo, económico, formativo, etcétera..., todas validas, pero la realidad con la que se enfrenta el Responsable de Mantenimiento es que los equipos han de estar operativos siempre que la producción lo requiera.

En industrias de actividad de 24 horas y 365 días del año, la programación de las actuaciones de mantenimiento en las máquinas, se ha de planificar de forma que no afecte, o tenga la menor incidencia posible, en la producción.

Se han de organizar las intervenciones de Mantenimiento los días en que los operarios de las secciones de producción puedan librar (si fuese posible) o que colaboren con el Departamento de Mantenimiento haciendo tareas que normalmente se descuidan (limpieza y orden). Las personas más preparadas para hacer estas tareas son los operarios que cada día trabajan con esas máquinas; saben qué hay que hacer y cómo se tiene que hacer. Estas tareas implican desde limpiar la zona de trabajo y las partes de la máquina que operan (que no signifique ningún tipo de riesgo al operador ni a la máquina; es una tarea que siempre ha de estar dirigida y con el conocimiento y aprobación del Equipo de Mantenimiento), hasta ordenar el entorno de trabajo en la zona de máquinas. De esta forma también se implica al operador con tareas de conservación del equipo.

Hay que perseguir la idea que la sección de Mantenimiento está para “limpiar y arreglar lo que está roto”. Es de vital importancia que cada operario u operador de un bien o equipo

esté comprometido con el buen funcionamiento de su máquina, y con que el uso de la misma sea el correcto. Si fuese posible, se tendría que baremar al operario / producción por buen uso de la máquina y, la dirección tendría que premiar al operador que consiguiera mejores resultados por el buen uso que hiciera del medio productivo. Todos los Responsables de Mantenimiento sabemos que hay trabajadores que tienen un cuidado exquisito de su útil de trabajo (por lo que las intervenciones que se hacen son mínimas) o que advierte con antelación al departamento de mantenimiento de una posible avería.

El ejemplo más recurrente es del chofer cuyo vehículo tiene menos incidencias mecánicas, y por consiguiente, más horas productivas y menos horas en el taller, y que además consume menos combustible que el resto de los conductores de la misma flota. Estos chóferes desde que oyen el menor ruido, advierten al mecánico de servicio cumplimentando la incidencia en una orden de trabajo documentada. Este tipo de actitudes deben de incentivarse y premiarse desde la Dirección.

Respecto a este punto indicar, que es importantísimo que, cualquier incidencia que se produzca en un equipo, el operador la ha de reportar debidamente, indicando de forma clara y concisa qué problema existe, cuando comenzó la incidencia y quién la ha detectado. En muchas ocasiones los técnicos de mantenimiento han de “adivinar” que le pasa a la máquina porque no se ha dejado ninguna indicación de la incidencia, solamente “la máquina se paró y no funciona”.



Toda esa información ha de estar debidamente reflejada en un “Parte de Trabajo” dirigido al Departamento de Mantenimiento, de forma que facilite, a quien comunica la incidencia, los datos que tiene que reportar. Hay que valerse de los

medios actuales, que facilitan el trabajo en red, para señalar incidencias, tareas, actuaciones, etcétera...

El personal de la sección de mantenimiento ha de estar siempre muy arropado desde la Dirección. Es responsabilidad del Jefe de Mantenimiento impedir que cuando existen intervenciones críticas correctivas, - fundamentalmente cuando es una avería imprevista-, los actores intervinientes en la solución se vean afectados por los comentarios de: ¿Se arreglará? ¿Cuándo estará? Ha de ser el Responsable de la Sección de Mantenimiento quién canalice la información a la Dirección de la Empresa del estado de la avería, consecuencias de la misma, tiempo estimado de reparación y coste de la intervención.

La experiencia me indica que los Departamentos de Mantenimiento lo forman las personas más comprometidas con la Empresa, al menos en mi caso particular, que siempre me he visto muy apoyado por todas las personas que han integrado el equipo de Mantenimiento, quienes han sido capaces de actuar no solo a nivel de técnico, sino también como operador. Somos afortunados de tener el mejor grupo profesional que actúa en la empresa, lo que nos da la posibilidad de contar con la Sección de Mantenimiento para hacerles partícipe de los planes a corto y medio plazo que se proyecten en la Empresa.

Conocer su opinión sobre procesos productivos, equipos o métodos de actuación en hechos concretos, nos reportará soluciones prácticas y de bajo coste que eliminan inconvenientes productivos o de inversiones. Téngase en cuenta que las personas que están reparando equipos, en muchas ocasiones han de ser imaginativos para solventar los problemas. Esa cualidad, que se desarrolla a medida que se tiene más años de intervención, sirve para mantener espíritu analítico sobre la generalidad de problemas. Por eso, mi recomendación de contar con las personas de mantenimiento, ante cualquier cambio que se produzca en la fábrica, es altamente recomendable y siempre con resultados muy positivos.

Es importante que el Jefe de Mantenimiento siempre sea objetivo ante cualquier situación inesperada, que se mantenga por encima del problema, ¡sea objetivo!, para evitar que un exceso de celo le impida recurrir a medios externos para solucionar la avería. Siempre ha de saber el tiempo disponible para la actuación y, con el Responsable de Producción, marcarse objetivos y tiempos, siendo muy conveniente

dar instrucciones a otro Departamento Externo, cuando se hayan cumplido los tiempos establecidos como “alarma de toma de decisiones”, se comunique y se ejecute la acción programada: llamar a agentes externos, cambio de línea de producción, hacer uso del Plan de Contingencia, o lo que se haya estipulado.

Toda empresa, que tenga o no disponga de un equipo de Mantenimiento, ha de contar con un Plan de Contingencias, donde se indique qué hacer en caso de emergencia. Ha de ser Claro, Sencillo y Realista, el acrónimo que lo define es **CSR**.

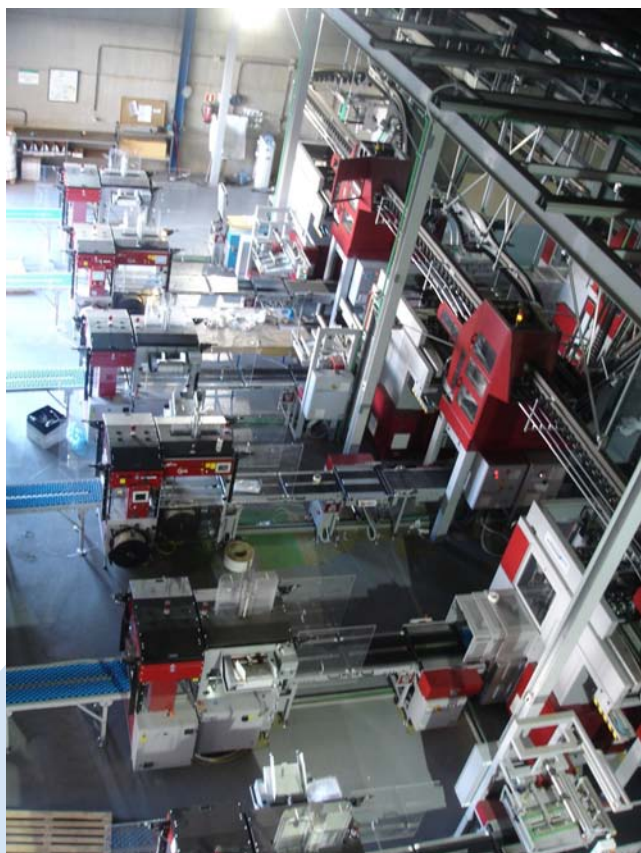
En ocasiones basta poner:

**En caso de Incendio, Llame a los Bomberos. Teléfono 112.**

**... y al Gerente**

No se olvide de poner el número al que llamar. Sé de incendios en que la persona responsable de llamar a los servicios de extinción de fuego no recordaba ese número.

En definitiva **siempre tiene que existir el Plan de Contingencia de la Empresa.**



Lo anteriormente expuesto es fruto de la experiencia marcada por los años de dedicación a esta parcela. Afortunadamente existe mucha documentación sobre todos los aspectos que

afectan al Mantenimiento Industrial: Sistemas de Engrase, Equipos de Rodamientos, Mantenimientos Eléctricos, Métodos de Análisis no Destructivos, Uso de Ultrasonidos o Termografías en el Campo del Mantenimiento Industrial, Mantenimiento Predictivo, Mantenimiento Proactivo, etc., que nos enseñan cómo programar nuestra parcela de responsabilidad, que recomiendo encarecidamente estudiarlo.

La idea fundamental que quiero transmitir es que el Departamento de Mantenimiento tiene que cambiar la filosofía imperante hasta ahora: “de actuar cuando hay una avería, a estar actuando siempre!”. ¿Significa eso que, siempre se ha de estar reparando? Es conocida la frase de: “Cuándo Mantenimiento está parado, todo va bien, no existen averías, las máquinas funcionan y no estoy gastando en comprar repuestos”. Ese pensamiento es el que hay que desterrar porque cuando actúa el técnico de mantenimiento de servicio en función correctiva/reparadora es para arreglar una máquina que se ha parado y la producción se ve afectada. Se ha de trabajar contra reloj, gastar en repuestos y posiblemente obtener una insatisfacción del cliente por no haber cumplido plazos.

La función fundamental del Departamento de Mantenimiento ha de ser el realizar todas las tareas necesarias para evitar averías. El objetivo ha de ser: averías = 0 ¿Quiere decir que ya no cambiaremos piezas defectuosas o rotas? Las piezas, elementos o equipos que sufren desgaste, se reemplazarán cuando su vida útil de trabajo llegue a su fin, no antes, pero nunca cuando se “rompan”.

El Jefe de Mantenimiento ha de ser una persona muy rigurosa, con alto nivel de planificación para programar sistemáticamente las actuaciones preventivas a equipos y máquinas. Ha de tener un programa de mantenimiento que le indique, en cada momento, la actuación que se ha de hacer a cada sección de cada máquina, procedimiento, piezas de repuesto, consumibles a emplear, tiempo de actuación; que se vierta una orden de trabajo en: papel, red de datos, etc..., para que el operario que tenga que realizar esa actuación, sepa perfectamente lo que hay que hacer, material que tiene que emplear, tiempo estipulado y, finalmente, que rellene su participación en el proceso, añadiendo en el capítulo de observaciones cualquier novedad en el proceso, cerrándola con la fecha, tiempo empleado, material consumido y su firma (identificable).

El programa ha de tener una base de datos capaz de gestionar: repuestos, material fungible, proveedores, herramientas y precios, emitiendo señales de alarma cuando los “stocks” se han roto.

Todas estas órdenes de trabajo, se han de conformar con el visto bueno del Responsable del Departamento de Mantenimiento, siendo este trabajo “Técnico / Administrativo” importantísimo porque servirá de base de datos documentada, ya que las averías especialmente difíciles de resolver, se han detallado para que en posteriores actuaciones sea muy sencillo de solventar si sucediese el mismo incidente.

Los Departamentos de mantenimiento, en general, son muy conservadores, y siempre se quiere tener equipos, líneas o procesos de reserva para activarlos cuando existen problemas. Es la solución ideal, pero la realidad nos dice que eso tiene un coste elevado. El Departamento Financiero, después de hacer los números, llega a la conclusión de que el coste de la línea de emergencia elimina o disminuye el Departamento de Mantenimiento, porque cuando hay problemas la pongo en funcionamiento. Luego será una empresa externa quién reparará la línea averiada, con lo que puedo prescindir de parte, o de casi la totalidad, del Equipo de Mantenimiento y tener a un solo operario para las “cosillas fáciles de cada día”.

El Responsable de Mantenimiento de una industria ha de ser quién proporcione la información correcta al Departamento Financiero, al indicarle que actuando en una línea programada de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Proactivo, los costes atribuibles a paro de máquina, producciones defectuosas, deshechos de materiales, falta de calidad o incremento de horas extraordinarias, se verán claramente reducidas.



He de hacer mención de la parte más importante del Departamento de Mantenimiento: El Factor Humano. Sin las personas que forman parte de este equipo, es imposible tener resultados positivos. Si somos capaces de lograr que las personas que forman el departamento, sean:

- **Trabajadores**, es decir, que tengan siempre la actitud de resolver los problemas que se presenten sin que medie otro sentimiento que realizar el trabajo bien hecho.

- **Que Piensen**: Se ha de perseguir aquella frase de “usted está aquí para trabajar, NO PARA PENSAR”. No puede existir ninguna organización donde el pensar esté penalizado. Se ha de distinguir y premiar a las personas que aportan ideas y soluciones a problemas, empezando por los más cotidianos.

- **Responsabilidad**.

- **Que aporten el corazón** en las tareas que realicen. Cuando se resuelva algún problema de difícil solución, hacer una felicitación expresa del logro conseguido, del beneficio de la Empresa y distinguir al realizador de ese trabajo.

- **Trabajo en equipo**, toda información es propiedad de la Empresa y del Grupo. Si existe algún “mirlo blanco” capaz de solucionar todos los problemas, pero que el resto del equipo está solamente para alcanzarle las herramientas, mi consejo es prescindir de ese operario. A muy corto plazo nos aporta más inconvenientes que soluciones. Por eso, es importante que toda intervención en equipos se quede perfectamente documentada para que cualquier miembro del Departamento sepa cómo hay que actuar.

Finalmente, indicar que el Responsable de Mantenimiento ha de conocer las características profesionales y personales de cada una de las personas que integran el equipo. El fin es que todos sepan el máximo de todo el conocimiento del Departamento; la realidad me dice que cada uno de nosotros tenemos unas características que nos hacen únicos, distintos a los demás. Siempre me he encontrado con los siguientes perfiles humanos en el Departamento:

1. El operario que, a primera vista, es capaz de saber cómo funciona una máquina por complicada que sea, cómo resolver las averías correctivas o es capaz de dar soluciones ingeniosas y sencillas a problemas difíciles. Este perfil casi siempre corresponde al inventivo pero indisciplinado, poco rígido en el trabajo

sistemático, hay que pedirle continuamente el informe de reparación o, en los momentos de poco control, está siempre haciendo lo que quiere y desaparecido.

2. El operario sistemático que simplemente hay que decirle una vez cómo se hace una cosa y siempre lo hará igual. Son las personas a la que podemos responsabilizarlo de trabajos repetitivos, que tendremos la seguridad que siempre lo realizará de acuerdo con las instrucciones recibidas.

3. El operario que siempre mira el manual y actúa siguiendo el método, siendo incapaz de hacer modificaciones que pueden mejorar los resultados. Normalmente este perfil siempre pone inconveniente a los cambios no contemplados en el manual y es poco imaginativo; suele responder al perfil de “Es un contrario”.

4. El operario incapaz de hacer equipo, cuidar la herramienta, tener el Departamento limpio y ordenado. Este perfil puede tenerlo el número 1.

De cada uno de estos perfiles hay que recoger lo mejor de ellos y emplearlos en función del beneficio de la Empresa. Intentar no dar tareas sistemáticas al que tiene gran capacidad inventiva. Dar las tareas de control a los sistemáticos. Cuando se necesite realizar tareas limpieza y organización del Departamento, que todos participen, pero que sean los más ordenados quienes dirijan el trabajo. Todo es aplicar el Sentido Común, que aunque paradójico a veces no es al más común de los sentidos.

El Jefe de Mantenimiento ha de ser quién, desde la atalaya que le confiere su visión de la Industria, debe saber dar el “Tempo” en las actuaciones, sobre todo, en las correctivas graves. Saber cuándo hay que acelerar las intervenciones de las personas hasta el punto en que no se vuelvan ineficaces por los nervios; y en los momentos de mucha tensión, ser capaz de disminuirla hasta el punto en que las personas involucradas, puedan tener un rendimiento mejor, más lucido porque ha imperado la serenidad sobre los nervios.

La importancia de formar un equipo humano capaz de estar unido ante los continuos problemas que nos encontramos cada día, el que ese equipo no tenga la menor duda que el apoyo de los compañeros es absoluto y que el conocimiento de cada uno es el bien colectivo compartido; son aspectos que hacen que el

Equipo de Mantenimiento sea pieza fundamental en los objetivos para alcanzar los logros propuestos desde la Dirección de La Empresa y como tal, siempre se ha de ver reflejado en las menciones de honor y distinciones.



### NOTA:

Artes Gráficas del Atlántico tiene como actividad industrial la impresión de periódicos, revistas y folletos publicitarios en diferentes líneas de producción.

Los periódicos se imprimen en dos rotativas de offset a bobinas, modelos: COLORMAN de la casa MAN-ROLAND alemana, con capacidad de imprimir periódicos hasta 96 páginas en formato tabloide a todo color, y la EUROLITHO de MITSUBISHI de Japón con capacidad de imprimir 96 páginas en tabloide con 64 a todo color.

También dispone de 2 cierres de prensa capaces de encartar en cada periódico hasta cuatro productos de forma automática y tres más semiautomáticos.

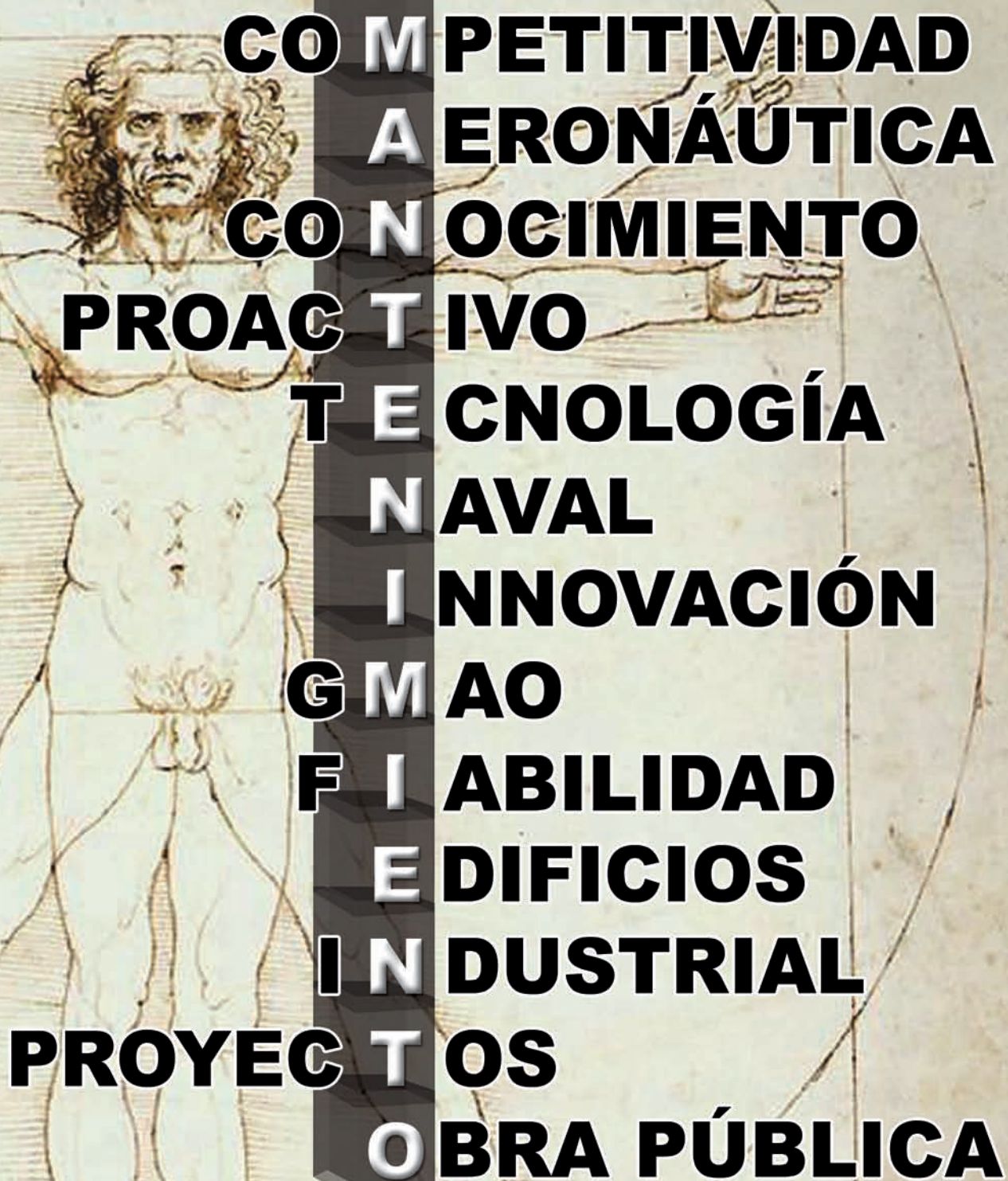
La línea comercial que imprime folletos publicitarios y revistas, tiene 2 rotativas modelo COMPACTA 215 con horno de secado y líneas de manipulados para productos finales de encolado, encartado, grapado y corte final, con capacidad de imprimir a todo color con tintas de alto brillo hasta 50.000 ejemplares en una hora, en gran variedad de formatos y diferentes gramajes de papel.

Artes Gráficas del Atlántico cuenta con un parque eólico proyectado con 4 aerogeneradores VESTAS de 225 KW cada uno en régimen de cogeneración.

En caso de un corte de energía total se dispone de un grupo eléctrico CATERPILLAR de 2.000 KVA.

Artes Gráficas del Atlántico está certificada por la ENAC en la ISO 14001 de Gestión del Medioambiente desde 2003 y en la ISO 9001 de Gestión de Calidad desde 2005.

# REVISTA DE INGENIERÍA DEL



**CO M P E T I T I V I D A D**  
**A E R O N Á U T I C A**  
**C O N O C I M I E N T O**  
**P R O A C T I V O**  
**T E C N O L O G Í A**  
**N A V A L**  
**I N N O V A C I Ó N**  
**G M A O**  
**F I A B I L I D A D**  
**E D I F I C I O S**  
**I N D U S T R I A L**  
**P R O Y E C T O S**  
**O B R A P Ú B L I C A**

**EN CANARIAS**

# **PLAN GENERAL DE INSPECCIÓN EN SEGURIDAD INDUSTRIAL**

Más de 2.300 inspecciones en instalaciones industriales, mineras y metrológicas en 2010

**Colabora**  
por una industria canaria más segura



**Gobierno de Canarias**  
*un solo pueblo*