

Encuesta sobre el estado del mantenimiento industrial en España

Inquiry on the status of industrial maintenance in Spain



• Aitor Goti-Elordi
• Miguel María Egaña-Errasti
• Alfredo Iturrutxa-Pérez de Albéniz

Dr. Ingeniero Industrial
Ingeniero en Organización Industrial
Ingeniero en Organización Industrial

Universidad de Mondragón
Universidad de Mondragón
Universidad de Mondragón

Recibido: 29/07/08 • Aceptado: 01/10/08

ABSTRACT

- Several authors insist on the fact that maintenance is a key activity in industry. In this context, plant maintenance decision making is extremely important because of its economic consequences. Thus, many authors try to establish direct links between maintenance decision making and money through improvement or optimization approaches. Nevertheless, the applications of such initiatives in industrial plants may be scarce. With this background conditions, the goal of this research is to analyze the status of industrial maintenance management. The study also focuses on the application level of models which are focused on translating maintenance terms into economic expressions. The paper analyses the current status of the subject in Spanish organizations through a questionnaire of 135 industrial plant respondents. Results indicate that a clear gap between theoretical works developed by researchers and practical tools used to manage maintenance exists. The presented research is also useful to pinpoint guiding principles for researchers in order to develop tools and techniques that are going to be useful for maintenance practitioners.
- **Key words:** maintenance, optimization, decision making, questionnaire, industry.

RESUMEN

Varios autores insisten en que el mantenimiento es una actividad clave en la industria. En este contexto, la toma de decisiones en el ámbito del mantenimiento es extremadamente importante debido a sus consecuencias económicas. Así, varios autores tratan de establecer vínculos entre la toma de decisiones de mantenimiento y sus consecuencias económicas, a partir de desarrollar iniciativas de mejora u optimización. Sin embargo, el grado de aplicación de dichas iniciativas en plantas industriales resulta relativamente limitado. A partir de estas condiciones de entorno, el objetivo de la presente investigación es analizar el estado del mantenimiento industrial. El estudio también se centra en el nivel de aplicación de modelos que se enfoquen en la traducción de términos de mantenimiento a términos económicos. El artículo analiza el estado de estos temas en España, a partir de una encuesta respondida por responsables de 135 plantas industriales. Los resultados constatan que aún hoy en día existe un claro distanciamiento entre los trabajos desarrollados por los investigadores y las herramientas aplicadas en la gestión de las actividades de mantenimiento. La investigación

destaca puntos clave para que los investigadores puedan desarrollar herramientas y técnicas útiles para los gestores del mantenimiento.

Palabras clave: mantenimiento, optimización, toma de decisiones, cuestionario, industria.

1. INTRODUCCIÓN

La producción industrial es el mayor contribuyente a la economía global, con casi tres cuartas partes del comercio mundial (Scheele 2002). Dentro del contexto de la producción, el mantenimiento ha ido adquiriendo una importancia cada vez mayor (Goti, Oyarbide-Zubillaga, y Sánchez 2007) hasta convertirse en un factor clave en el entorno de la competitividad (Rodríguez Darnés 2000). Así, varios estudios recopilados por Mjema (2002) muestran que los costes de mantenimiento representan entre un 3 y un 40% (con un valor medio del 28%).

Dentro de la gestión del mantenimiento, varios autores insisten en la importancia de establecer vínculos directos entre la toma de decisiones de mantenimiento y el dinero. Estos trabajos son presentados en la presente investigación como herramientas de

optimización del mantenimiento respecto a criterios económicos. Dentro de este tipo de herramientas de optimización se establecen dos tipos de elementos diferenciados, los cuales son los modelos de referencia y los modelos matemáticos.

Dentro de los modelos de referencia se encuentran instrumentos tales como el *Life Cycle Cost* (Fabricky 1997) (Coste de Ciclo de Vida), el *método Boucly* (Souris 1992), el *método Brodier* (Souris 1992), el *Money Centered Maintenance* (Legát, Jurca, y Hladík 2004) (Mantenimiento Centrado en el Dinero) y el *Value Driven Maintenance* (Haarman 2005) (Mantenimiento Guiado por el Valor).

Considerando las investigaciones referentes al modelado matemático y la optimización del mantenimiento, las siguientes referencias (Dekker 1996; Dekker, Wilderman, y Van der Duyn Schouten 1997; Goti 2007) presentan cientos de artículos en los que se trata de establecer vínculos directos entre parámetros relacionados con el mantenimiento y variables económicas.

No obstante, a pesar de contar con todas estas herramientas técnicas, Dekker (1996) afirma que el mantenimiento ha sido descrito como la última frontera de la gestión científica, por la baja cantidad de casos de aplicación reales desarrollados en el ámbito.

Con estos antecedentes, el objetivo de la presente investigación es mostrar el estado del mantenimiento industrial en España. Adicionalmente, el estudio analiza el grado de aplicación de herramientas de apoyo a la decisión que traduzcan variables de mantenimiento a términos económicos. Para cumplir con tales objetivos se ha recopilado información a partir de una encuesta respondida por un número significativo de responsables de mantenimiento españoles. Este trabajo complementa los trabajos quinquenales presentados por la *Asociación Española de Mantenimiento*, AEM (2000; 2005), también basados en encuestas. Así, el apartado 2 detalla los pormenores del cuestionario elaborado, justificando el uso de este instrumento como herramienta de investigación. Posteriormente, el apartado 3 expone los resultados obtenidos. Finalmente, el apartado 4 expone las conclusiones extraídas del trabajo realizado; para ello hace referencia a otros estudios de interés, señalando la diferencia entre lo expuesto en el presente artículo y aquellos realizados con anterioridad.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los investigadores de todas las disciplinas se preocupan por dos conceptos: La teoría y las evidencias (Gillham 2001). El contexto teórico suele basarse habitualmente en referencias bibliográficas, mientras que las evidencias pueden ser recopiladas a partir de herramientas tales como el estudio de casos, los cuestionarios o las entrevistas.

En referencia a determinar cuándo utilizar estas herramientas, Yin (1989) recomienda utilizar el estudio de casos y las entrevistas para tratar de determinar cómo y por qué se hacen las cosas. Asimismo, el autor establece que el cuestionario resulta más adecuado para responder cuestiones tales como quién, qué, dónde o cuánto. Gillham (2001) se muestra de acuerdo con Yin, y añade que los cuestionarios se

orientan a obtener información representativa, pero superficial, mientras que las entrevistas y los estudios de casos son más apropiados para obtener detalles sobre causas o hechos.

Se ha creído adecuado utilizar un cuestionario dado que la presente investigación persigue mostrar el estado del mantenimiento industrial en España: Se ha optado por el cuestionario ya que se busca obtener información representativa respecto a un determinado ámbito geográfico. Así, un cuestionario fue diseñado a partir de las pautas de diseño ofrecidas por Gillham (2001) y Yin (1989). El cuestionario ha sido respondido por responsables de mantenimiento de 135 plantas industriales en el periodo comprendido entre **Enero de 2005 y Junio de 2008**.

3. RESULTADOS

Los siguientes apartados exponen los resultados obtenidos: Así, en el apartado 3.1 se muestra el perfil de la muestra estudiada. Posteriormente, el apartado 3.2 detalla el grado de conocimiento y aplicación de herramientas orientadas a la optimización del mantenimiento respecto a criterios económicos. Finalmente, el apartado 3.3 ofrece información sobre cómo se realiza el seguimiento de los distintos tipos de mantenimiento y su grado de aplicación.

3.1. PERFIL DE LA MUESTRA

A continuación se describen ciertas características de la muestra utilizada. En primer lugar se muestra información general sobre el tamaño de la empresa, la proporción de mantenimiento propio respecto a subcontratado y los tipos de mantenimiento ejecutados en la planta (ver fig. 1). Tal y como se aprecia en la fig. 1, la muestra contempla empresas de muy distintos tamaños pero se centra principalmente en las medianas y grandes. Asimismo, se puede decir que las plantas

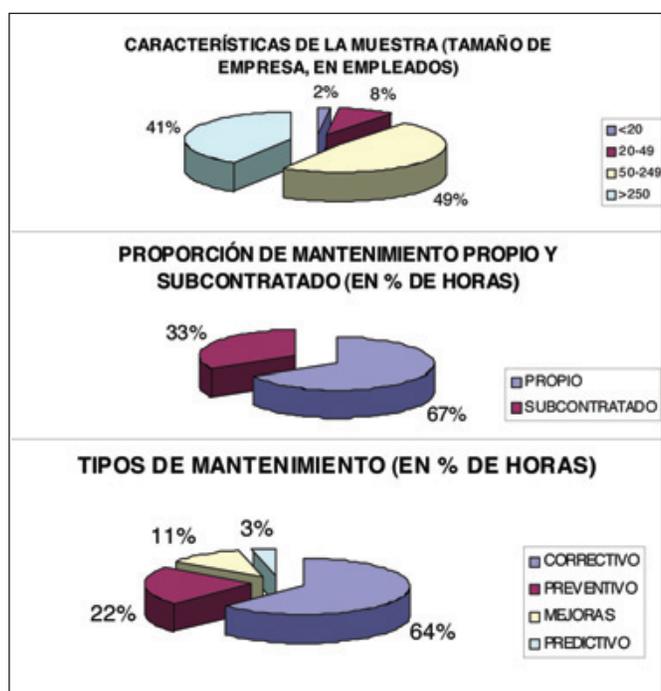


Fig. 1: Información sobre el perfil de la muestra

Existe una muy limitada aplicación de herramientas enfocadas a la optimización del mantenimiento respecto a criterios económicos

estudiadas cuentan con un mantenimiento mayoritariamente propio y principalmente centrado en el correctivo.

En segundo lugar, la fig. 2 responde a la pregunta de cuántas empresas cuentan con un programa de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) para gestionar su mantenimiento, y cuántas realmente lo utilizan sistemáticamente para una gestión de sus actividades:

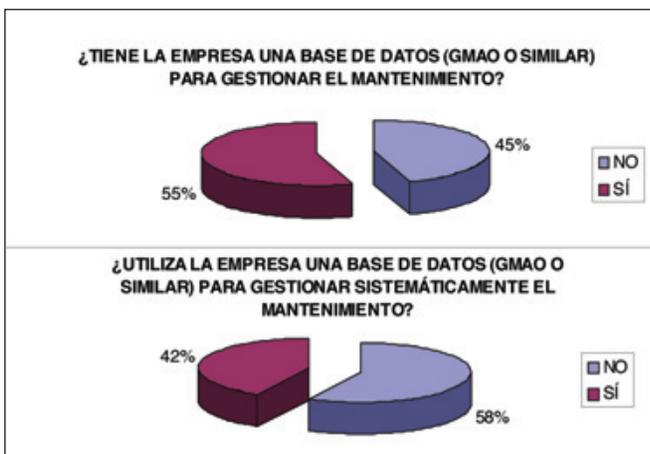


fig. 2: Número de empresas que cuentan con y utilizan un GMAO

Analizando la fig. 2, merece destacar que existe un 13% de empresas que cuentan con un GMAO pero no lo utilizan para la gestión sistemática de actividades de mantenimiento. Es posible realizar esta afirmación a partir de analizar los dos gráficos mostrados en la fig. 2: En concreto, se puede apreciar que del 55% que cuenta con un GMAO o similar solo el 42% lo utiliza para la gestión sistemática de actividades de mantenimiento.

3.2. CONOCIMIENTO Y APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS ORIENTADAS A LA OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Las siguientes figs. plasman el grado de conocimiento y aplicación con el que cuentan las empresas respecto a herramientas orientadas a la optimización del mantenimiento. Así, la fig. 3 detalla el grado de sistematización de las decisiones tomadas respecto a criterios económicos:

En referencia a la fig. 3, no se podría afirmar que las decisiones de mantenimiento se tomen teniendo siempre en cuenta criterios económicos. Asimismo, no es posible concluir que exista un procedimiento riguroso (mínimamente escrito) para la toma de decisiones en el ámbito de mantenimiento.



Las figs. 4 y 5 preguntan directamente si los técnicos encuestados conocen alguna herramienta total o parcial (aplicable a un ámbito específico del mantenimiento y no al mantenimiento en general, por ejemplo, únicamente aplicable a los repuestos) orientada a la optimización del mantenimiento

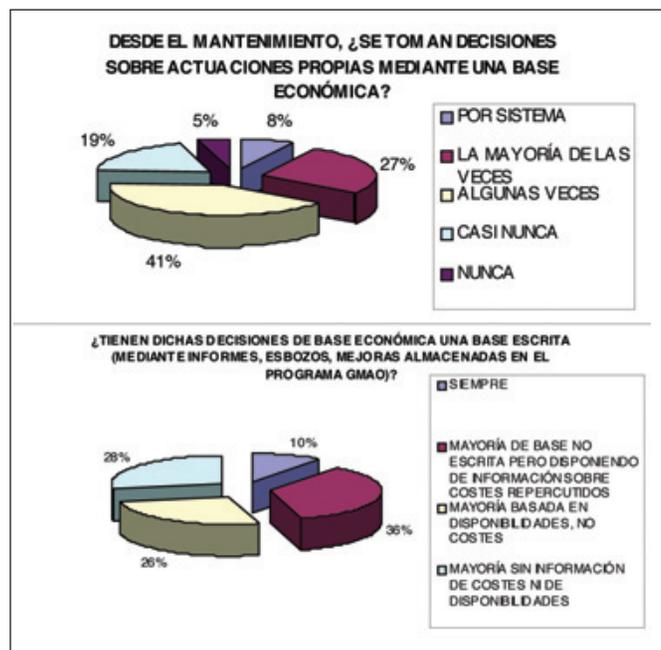


fig. 3: Grado de sistematización de las decisiones tomadas respecto a criterios económicos

respecto a criterios económicos. Como se comentaba en la introducción, estas herramientas comprenden tanto los modelos de referencia (Coste de Ciclo de Vida, etc.) como los modelos matemáticos presentados en el apartado 1.

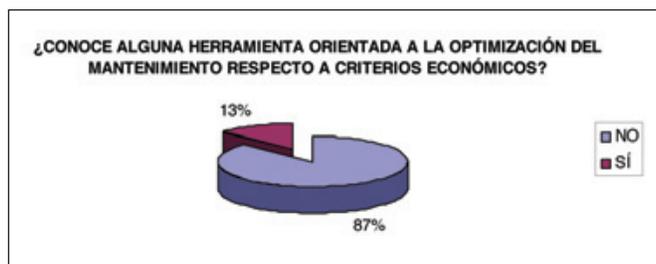


fig. 4: Grado de conocimiento de herramientas orientadas a la optimización del mantenimiento respecto a criterios económicos

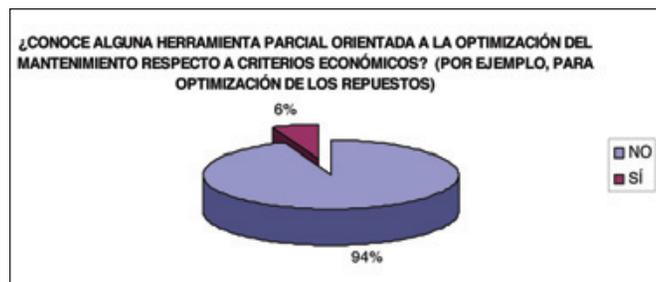


fig. 5: Grado de conocimiento de herramientas parciales (que sirven únicamente para ciertas actividades de mantenimiento) orientadas a la optimización del mantenimiento respecto a criterios económicos

Como se aprecia en las figs. 4 y 5, para ambas cuestiones se denota una clara falta de conocimiento de este tipo de herramientas. Los técnicos que respondieron positivamente a alguna de las dos anteriores preguntas listaron las siguientes herramientas como orientadas a la optimización del mantenimiento respecto a criterios económicos: Los programas GMAO, el modelado y la optimización matemática, la traducción de la *Overall Equipment Effectiveness* (Efectividad Global de los Equipos) a términos económicos (*Money Based Overall Equipment Effectiveness* (Juric, Sánchez, y Goti 2006)) y los análisis de costes y beneficio.

Finalmente, y como se puede apreciar en la fig. 6, los técnicos fueron tanteados sobre la posibilidad de implantar una herramienta enfocada a la optimización del mantenimiento respecto a criterios económicos, a lo que una gran mayoría respondió afirmativamente.

Este artículo ha servido para sacar a relucir que existe una muy limitada aplicación de herramientas enfocadas a la optimización del mantenimiento respecto a criterios económicos.

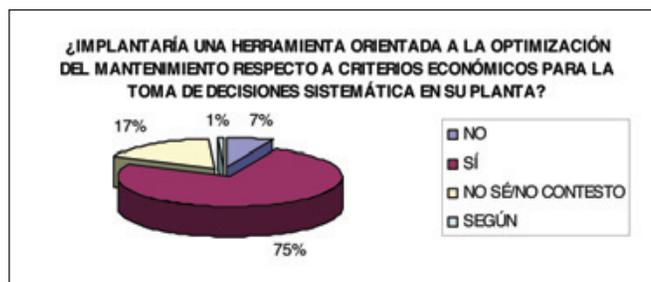


fig. 6: Interés en la implantación de una herramienta orientada a la optimización del mantenimiento respecto a criterios económicos

3.3. REGISTRO DE LAS ACTUACIONES Y ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Una vez analizado el grado de conocimiento de herramientas de optimización del mantenimiento, se ha considerado necesario analizar cuál rigurosamente se gestionan las actividades rutinarias de correctivo, preventivo y mejoras (siendo estas mejoras modificaciones orientadas a lograr que los equipos sean más fiables).

Así, la fig. 7 trata de describir cómo se gestionan las incidencias de mantenimiento correctivo. En concreto, la figura detalla cuántas empresas de entre las encuestadas registran las incidencias de mantenimiento correctivo, con sus síntomas, causas o soluciones. Asimismo, la fig. 7 muestra cuántas utilizan el histórico desarrollado para el diagnóstico de incidencias.



fig. 7: Gestión del mantenimiento correctivo

Los datos obtenidos muestran que aunque el 90% de las plantas registren sistemáticamente sus incidencias, solo la mitad de éstas utilizan registros para el diagnóstico de averías. Asimismo, de la fig. 7 es posible deducir que casi la mitad de las compañías que registran sus incidencias de mantenimiento no almacenan información técnica que podrían necesitar en un

Los datos obtenidos muestran que aunque el 90% de las plantas registren sistemáticamente sus incidencias, solo la mitad de éstas utilizan registros para el diagnóstico de averías.

futuro (síntomas, causas, soluciones o iniciativas para el diagnóstico de averías).

Una vez presentados los datos referentes al mantenimiento correctivo, la fig. 8 presenta la información respectiva al mantenimiento preventivo y las mejoras. En concreto, en esta parte de la encuesta se ha querido analizar si se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, si éste es actualizado periódicamente y si se fomenta la tracción de los proveedores de cara a mejorar la fiabilidad de medios.

Como se puede apreciar en la fig. 8, la mayoría de los responsables encuestados cuentan con un plan de mantenimiento preventivo en sus plantas. Sin embargo, del 62% que respondió que cuenta con un plan de mantenimiento, solo un 42% cuenta con un plan actualizado (ajustado a las necesidades cambiantes de los medios). Finalmente, la fig. 8 muestra que en la gran mayoría de las ocasiones no existe un intercambio de información cliente-proveedor, orientada a que el proveedor pueda diseñar productos más fiables.

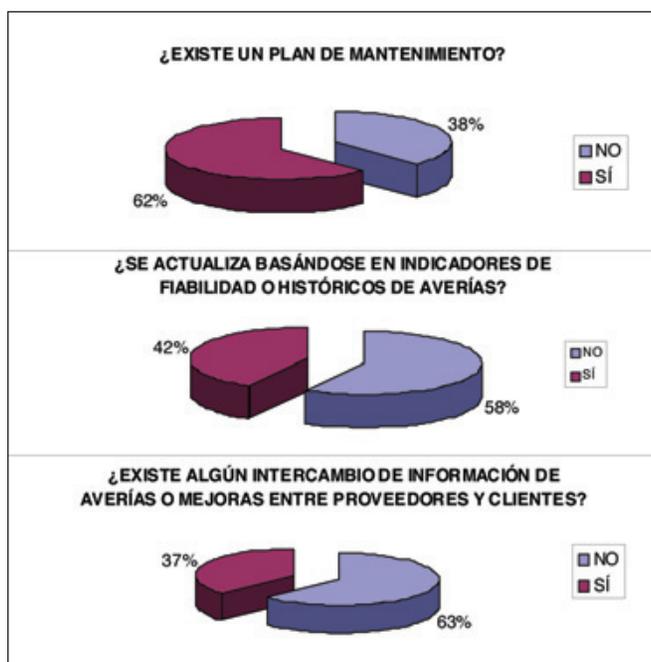


fig. 8: Gestión del mantenimiento preventivo y mejoras

4. DISCUSIÓN

La presente investigación viene a complementar los trabajos quinquenales presentados por la AEM (*Asociación*

Española de Mantenimiento 2005; Jiménez, Valencia, y Nicolás 2000): Estas referencias y la expuesta en la presente investigación se basan en encuestas para mostrar la situación del mantenimiento. En comparación con los anteriores trabajos, el presente artículo profundiza en el grado de aplicación de herramientas orientadas a la optimización del mantenimiento respecto a criterios económicos.

Este artículo ha servido para sacar a relucir que existe una muy limitada aplicación de herramientas enfocadas a la optimización del mantenimiento respecto a criterios económicos. El trabajo confirma lo afirmado por Dekker (1996) hace más de una década, quien justificaba la baja cantidad de este tipo de aplicaciones por tres motivos:

- a) La falta de herramientas de aplicación adecuadas a la realidad de la planta,
- b) Falta de datos en las empresas, y
- c) La lejanía entre la teoría y la práctica, justificada por:
 - i. La complejidad de los modelos desarrollados,
 - ii. Varios modelos han sido creados como fin y no como medio para ser aplicados por técnicos de empresas,
 - iii. No todas las decisiones de mantenimiento pueden ser sometidas a un proceso de optimización, y
 - iv. Los modelos a veces se concentran en tipos de mantenimiento equivocados.

Adicionalmente a los motivos expuestos por Dekker, el presente artículo también sirve para identificar que la mayoría de las empresas industriales no cuenta con procedimientos de captura y análisis de datos. Merece destacar que sin estos procedimientos resulta casi imposible implantar una

El artículo abre una serie de líneas futuras en dos direcciones diferenciadas.



herramienta orientada a la optimización del mantenimiento respecto a criterios económicos.

Finalmente cabe remarcar que la gran mayoría de las empresas encuestadas han mostrado un gran interés en el desarrollo y la aplicación de herramientas de optimización respecto a criterios económicos.

Así, el artículo abre una serie de líneas futuras en dos direcciones diferenciadas: En primer lugar es necesario establecer las bases de un sistema de gestión de mantenimiento que sirva para recopilar, analizar y estudiar las actividades realizadas. Esta base deberá servir para que la gestión realizada sirva como apoyo a la toma de decisiones. En segundo lugar, y una vez de que la propia gestión de mantenimiento cuente con unas bases sólidas, será imprescindible que los investigadores desarrollen iniciativas enfocadas a su optimización, pero teniendo siempre en mente el usuario final de las mismas.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE MANTENIMIENTO. *El mantenimiento en España*. 1 edn. Barcelona: Asociación Española de Mantenimiento, 2000. (sin ISBN).
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE MANTENIMIENTO. *El mantenimiento en España*. 1 edn. Barcelona: Asociación Española de Mantenimiento, 2005. (sin ISBN).
- Dekker Rommert. "Applications of maintenance optimization models: a review and analysis". *Reliability Engineering and Systems Safety*. 1996, vol. 51, Nº special issue on maintenance and reliability, p. 229-240.
- Dekker Rommert, Wilderman Ralph E, Van Der Duyn Schouten Frank A. "A review of multi-component maintenance models with economic dependence". *Mathematical Methods of Operational Research*. 1997, vol. 45, Nº 3, p. 411-435.
- Fabricky Wolter J. *Análisis del coste del ciclo de vida de los sistemas*. Madrid: Isdefe, 1997. 84-89338-15-9.
- Gillham Bill. *Case study research methods*. 2 edn. New York: Continuum, 2001. 0-8264-4796-1.
- Goti Aitor. *Optimización Del Mantenimiento Preventivo En Sistemas Productivos Mediante Algoritmos Genéticos*. Directores: Sánchez Ana, Oyarbide-Zubillaga Aitor. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica De Valencia, Valencia, 2007.
- Goti Aitor, Oyarbide-Zubillaga Aitor, Sánchez Ana. "Optimizing preventive maintenance by combining discrete event simulation and genetic algorithms". *Hydrocarbon Processing*. 2007, vol. 86, Nº 10, p. 115-122.
- Haarman Mark. "Value Driven Maintenance". *Ingeniería y Gestión de MANTENIMIENTO*. Madrid: Ed. Alción: 2005, Nº Julio/Agosto, p. 28-31.
- Juric Zoran, Sánchez Ana, Goti Aitor. "Money Based Overall Equipment Effectiveness: Inefficiencies translation into economic terms in a lean environment. "Special Report on Maintenance and Reliability""". *Hydrocarbon Processing*. 2006, vol. 85, Nº 5, p. 43-46.
- Legát Václav, Jurca Vladimír, Hladík Tomáš. "Money Centered Maintenance". *17th European Maintenance Congress: Euromaintenance 2004*. Barcelona, AEM, 2004. p. 239-250 (sin ISBN).
- Mjema Eam. "An analysis of personnel capacity requirement in the maintenance department by using a simulation method". *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. 2002, vol. 8, Nº 3, p. 253-273.
- Rodríguez-Darnés Pedro. "Participación de mantenimiento en la competitividad industrial". *DYNA Ingeniería e Industria*. Febrero 2000, p.10-13.
- Scheele Nick. *The importance of UK manufacturing. We can make it better; manufacturing 2020 consultations recommendations report*. UK: Foresight, 2002.
- Souris Jean-Paul. *El Mantenimiento. Fuente de Beneficios*. Madrid: Ed. Díaz de Santos, 1992. 84-7978-021-5.
- Yin Robert K. *Case study research: Design and methods*. London: SAGE Publications, 1989. 0-8039-5662.