

EFFECTO DE LA MALA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LA INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO. ANÁLISIS DE CASOS

EFFECT OF POOR KNOWLEDGE MANAGEMENT ON MAINTENANCE ENGINEERING. CASE ANALYSIS

Javier Cárcel-Carrasco

ITM Instituto Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València. Valencia, (España).
E-mail: fracarcl@csa.upv.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2776-533X>

Aurora Martínez-Corral

ITM Instituto Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València. Valencia, (España).
E-mail: aumarcor@csa.upv.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8222-0864>

Fidel Salas Vicente

ITM Instituto Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València. Valencia, (España).
E-mail: fisavi@doctor.upv.es

Manuel Pascual Guillamón

ITM Instituto Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València. Valencia, (España).
E-mail: mpascual@mcm.upv.es

José Ramón Albiol Ibáñez

Dept. Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. Valencia, (España).
E-mail: joalib1@csa.upv.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3049-9693>

Recepción: 18/02/2022 **Aceptación:** 11/03/2022 **Publicación:** 14/03/2022

Citación sugerida:

Cárcel-Carrasco, J., Martínez-Corral, A., Salas, F., Pascual, M., y Albiol, J. R. (2022). Efecto de la mala gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento. Análisis de casos. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 11(1), 89-107. <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2022.v11n1e41.89-107>

RESUMEN

La actividad del mantenimiento tiene una gran trascendencia en la operativa, fiabilidad y resultados económicos de grandes Construcciones e infraestructuras. Sin embargo, existe un elemento que influye en la mejora operativa y reducción del tiempo de reposición o actuación ante el fallo en las acciones tácticas del mantenimiento: El conocimiento tácito. En este artículo, mediante un estudio de casos, se ha podido aproximar, que dicho factor puede influir, en valores elevados, que repercuten en la eficiencia técnica y económica de grandes infraestructuras.

PALABRAS CLAVE

Mantenimiento industrial, Factor humano, Gestión del conocimiento, Conocimiento tácito, Proceso del fallo.

ABSTRACT

Maintenance activity is of great importance in the operations, reliability and economic results of large constructions and infrastructures. However, there is an element that influences operational improvement and reduction of replacement time or action in the event of failure in tactical maintenance actions: Tacit knowledge. In this article, through a case study, it has been possible to approximate that this factor can influence, in high values, that affect the technical and economic efficiency of large infrastructures.

KEYWORDS

Industrial maintenance, Human factor, Knowledge management, Tacit knowledge, Failure process.

1. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento para conseguir la disponibilidad requerida, parece en numerosas ocasiones llevar caminos paralelos que no interactúan con la fiabilidad operativa global y con la eficiencia energética, que suele estudiarse como procesos desligados. Sin embargo, cuando se hace un análisis conjunto, se derivan las relaciones entre ellos (Aghezzi *et al.*, 2007), que hace una interacción mutua relacional, cuantificándose en una mejora de la eficiencia de todos los procesos, y por sinergia, una mejora en los resultados financieros de la empresa (reducción de fallos que producen pérdidas colaterales, mejora y reducción de los tiempos de mantenimiento, y un menor consumo energético).

La importancia de las técnicas de mantenimiento ha crecido constantemente en los últimos años (Badía *et al.*, 2003), ya que el mundo empresarial es consciente de que para ser competitivo es necesario no sólo introducir mejoras e innovaciones en sus productos, servicios y procesos productivos, sino que también, la disponibilidad de los equipos ha de ser óptima y esto sólo se consigue mediante un mantenimiento adecuado.

La gestión efectiva del mantenimiento supone, en consecuencia, una de las actividades cruciales de la mayor parte de las empresas con activos físicos. Son por ello lógicos los esfuerzos orientados a optimizar su funcionamiento, involucrando para tal fin tanto a medios humanos como técnicos, y con los modelos y estrategias más adecuadas a cada empresa (Martínez *et al.*, 2022).

Aún así, el ingeniero y los técnicos de planta siguen detectando muchos problemas y defectos de los sistemas, modelos, técnicas y procedimientos implementados, muy especialmente los relativos a una fluida transmisión de la experiencia y de los conocimientos, unas veces olvidados, otras retenidos por los especialistas y, en todo caso, insuficientemente formalizados o “protocolizados”. El conocimiento que podemos adquirir acerca del comportamiento de un sistema físico se fundamenta principalmente en la adquisición y valoración de dos tipos de información, cuantitativa (por instrumentos de medición) y cualitativa (adquirida por humanos).

Una tal definición operativa de Mantenimiento Industrial podría ser el conjunto de técnicas que tienen por objeto conseguir una utilización óptima de los activos productivos, manteniéndolos en el estado que requiere una producción eficiente.

Pueden extraerse de esta definición los siguientes elementos:

- estado requerido
- exigencias de disponibilidad o conservación de ese estado
- conjunto de técnicas y procedimientos orientados a esa conservación.
- actividad de reemplazo, reparación o modificación de unidades, componentes, conjuntos, equipos o sistemas de una planta industrial.

Se observa, cómo ya en la misma naturaleza del mantenimiento aparecen elementos ligados al conocimiento, ya que la técnica puede ser definida como la forma o manera de realizar una actividad, implicando, en consecuencia, la presencia de capital intelectual incorporado o no a los activos industriales o al personal. La especial acción o actividad del mantenimiento exige técnicas o conocimientos muy específicos y contingentes, de alto valor estratégico, que implican complejidad y elevados esfuerzos en su registro, transmisión y aplicación (Cárcel *et al.*, 2013).

En cuanto a la expresión de su meta: la consecución de requerimientos de disponibilidad en equipos e instalaciones, implica la ubicación de las actividades de mantenimiento en escenarios de elevada contingencia e incertidumbre, dónde contenidos informativos muy dinámicos, perecederos y específicos, y sus procedimientos de aplicación, se revelan como imprescindibles para una marcha eficiente de la planta. En otro caso, el mantenimiento de la planta debería responder de elevados costes de intervención, basados en una búsqueda repetitiva e inconsistente de información en las fases de detección, diagnóstico, prevención y reparación del fallo.

Por último, la actividad de mantenimiento requiere conocimientos muy específicos y variados; destacando el de diferentes y, en muchas ocasiones, novedosas tecnologías. Su optimización es compleja y la toma de decisiones se desenvuelve en un ambiente de incertidumbre (Cárcel *et al.*, 2022, 2021, 2021a, 2021b, 2021c, 2021d; 2021e).

El objetivo básico de la función de mantenimiento puede expresarse como la gestión optimizada de los activos físicos. Esta optimización debe obviamente orientarse a la consecución de los objetivos empresariales, algunos de los cuales se reflejan a continuación, clasificados en varios epígrafes:

- Económicos: mayor rentabilidad y beneficio, menores costes de fallo, mayor ahorro empresarial, menor inversión en inmovilizado o en circulante, etc.
- Laborales: condiciones adecuadas de trabajo, de seguridad e higiene, etc.
- Técnicos: disponibilidad y durabilidad de los equipos, máquinas e instalaciones, operativa en explotación.
- Sociales: ausencia de contaminación, ahorro de energía, etc.

A partir de unos objetivos bien definidos, se plantea la planificación y control de la actividad de mantenimiento orientada, así, a alcanzar esos objetivos. Esto pasa por el control o dominio del comportamiento de los sistemas, equipos o instalaciones de la planta y por una gestión adecuada de esos activos; entendiéndose por tal, una actuación que optimice tanto el valor real de los activos como su funcionamiento.

La función de mantenimiento cumple, en consecuencia, con dos grandes objetivos: en primer lugar, conservar el estado de los activos, en segundo, mejorar sus niveles de disponibilidad al más bajo coste.

Algunos de los problemas más frecuentes y críticos, en relación al conocimiento tácito y la gestión del conocimiento, con los que los especialistas y técnicos de mantenimiento se encuentran son:

- Cambios de personal de la plantilla.
- Poca experiencia de los operarios.
- Falta de información de medidas a tomar y pasos a seguir ante ciertas averías o incidencias.
- Dependencia del conocimiento y experiencia tácita de los operarios.
- Históricos de avería y análisis de causas imperfectos.
- Desorganización de la información acerca de las instalaciones.
- Carencia de sistemas de aprendizaje y reciclaje del personal.

Los problemas derivados de los cambios de personal en la plantilla de mantenimiento se traducen en pérdidas económicas debido al desconocimiento por parte del operario de: las instalaciones existentes, fallos típicos y medidas a adoptar ante los mismos, tiempo de rodaje y adaptación a la forma y sistemas de trabajo, etc. La escasa experiencia del operario obliga a otros a abandonar sus tareas para poder enseñarle las ubicaciones, tipos de instalaciones, modo de trabajo, etc., con la consiguiente pérdida de productividad y rendimiento que ello conlleva.

El artículo introduce en la función del mantenimiento y su relación con el conocimiento tácito, se analiza con posterioridad los efectos de la transmisión del conocimiento, para pasar a analizar un estudio de casos que se producen con asiduidad en el desempeño del mantenimiento industrial, finalizando con las conclusiones del artículo.

2. CONSECUENCIAS DE LA MALA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. ANÁLISIS DE CASOS

Sin entrar en normas UNE sobre confiabilidad, equipos, fiabilidad, etc., que afectan directamente a la funcionalidad de las técnicas de mantenimiento, las normas generales que inciden sobre la información

y datos que afectan a la actividad de mantenimiento, se podrían indicar las UNE-EN 13306, UNE-EN 13460, UNE-EN 15341, UNE-EN 200001-3-11, UNE-EN 20464, UNE-EN 60706-2.

En base a entender la problemática de una manera simple, se ha realizado un estudio de casos (extraídos de las experiencias en base a 15 entrevistas realizadas a personal técnico de mantenimiento de diversas empresas en la comunidad valenciana, 4 empresas de servicios industriales y terciarios, y 1 empresa de distribución de energía eléctrica), que aunque evidentes, y que se suelen producir con relativa frecuencia en el conjunto de las empresas industriales o de servicios, hacen mostrar la escasa o nula gestión del conocimiento en el desempeño del mantenimiento industrial, y donde se observa de manera incipiente el peso del conocimiento tácito, y que afecta a la cadena del proceso colaborativo en relación al conocimiento entre los órganos intervinientes:

- a) Fallo esporádico de un sistema de protección y acoplamiento de baja tensión en una instalación industrial (Figura 4):

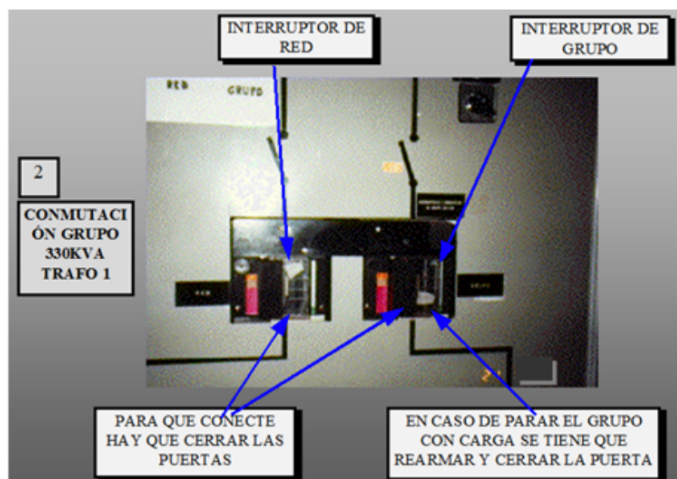
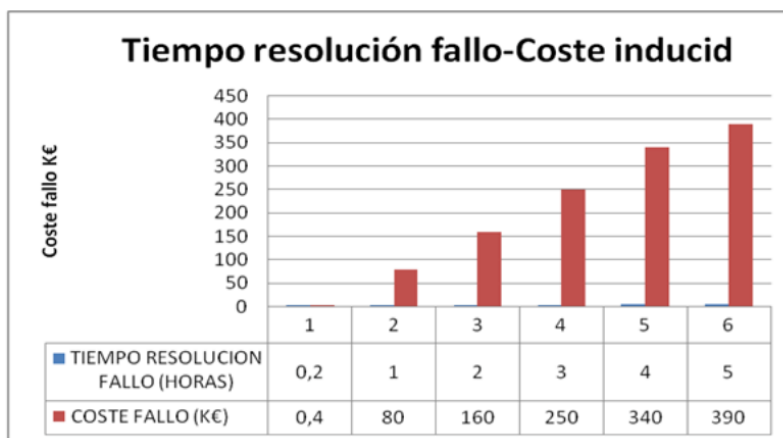


Figura 1. Detalle de Interruptor de potencia y acoplamiento en BT.

Fuente: elaboración propia.

En este caso se produce un disparo intempestivo de un acoplamiento de potencia en baja tensión, que no se tenía constancia anteriormente de haberse producido. El personal de mantenimiento que acude a su reposición, no consigue rearmarlo (por desconocer el manejo intrínseco de dicho material), se hacen todo tipo de pruebas aguas abajo sin conseguirlo y se intenta buscar la documentación de operación del elemento (Dicha documentación almacenada entre miles de hojas de información). Se tarda en reponer en un periodo de 2,5 horas, ocasionando pérdidas por no producción de 190.000 €. Tal y como se ve en la figura 1, con el conocimiento básico del elemento, su tiempo de reposición debería haber sido de escasos 5 minutos. El personal que operó la avería, no transcribió de manera fehaciente dicho registro, con lo que pasados más de dos años de esa avería, se vuelve a repetir, no estando ninguno de los miembros de mantenimiento que actuó la vez anterior, dando como consecuencia que el nuevo personal que actuó, volvió a resolverla en un tiempo superior a las 3 horas, teniendo como consecuencia unas pérdidas equivalentes a la vez anterior. En la tabla 1, se muestra una relación de la repercusión económica según el tiempo en fallo sobre el gasto soportado por no producción de la empresa de este ejemplo a).

Tabla 1. Relación tiempo fallo-coste del ejemplo a).



Fuente: elaboración propia a partir datos de la empresa.

a) Mantenimiento preventivo y maniobras en grupo electrógeno de emergencia de 705 KVAs (Figura 2):

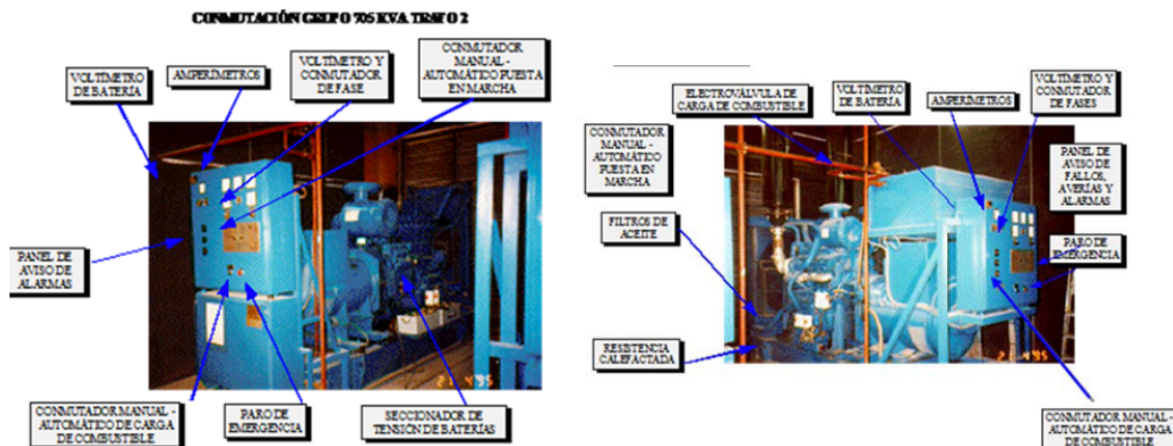
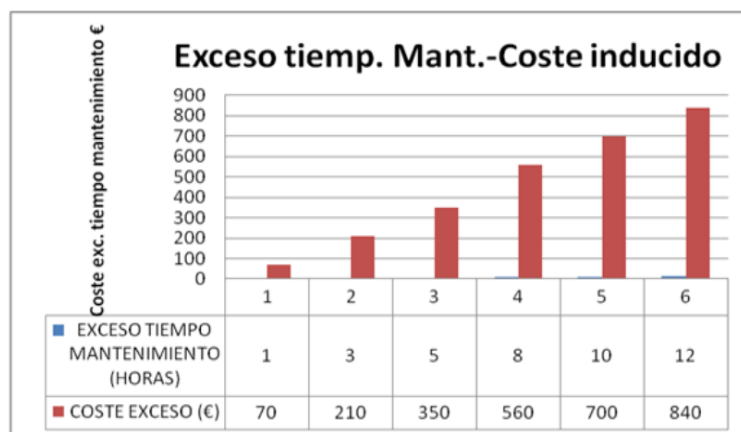


Figura 2. Detalle de Grupo electrógeno 705 KVAs.

Fuente: elaboración propia.

Ante la entrada en la empresa de un nuevo técnico de mantenimiento, se produce un tiempo de acoplamiento para tener la misma pericia y desempeño en los mantenimientos preventivos y operación de los equipos, que el resto del personal con antigüedad en varios años. Esta transmisión del conocimiento se produce por el resto de compañeros de mayor antigüedad de la organización, siendo durante esa etapa de formación un coste asumido por la empresa. Dicho tiempo de acoplamiento oscilaba en este caso de aproximadamente 14 meses, para ser completamente operativo y autónomo en las actividades normales de la empresa donde desempeña su función, siendo un gasto que puede oscilar en función del nivel salarial del personal, así como otros gastos inducidos por esa falta de operatividad, y aumento de tiempo de resolución ante averías o maniobras.

Tabla 2. Relación tiempo fallo-coste del ejemplo b).

Fuente: elaboración propia a partir datos de la empresa.

En la tabla anterior (tabla 2), se indican los costes por el tiempo de acoplamiento del personal de nuevo ingreso en la empresa. Estos costes además de ser una carga improductiva en la empresa, suponen un lastre para el resto de los miembros de la organización durante dichos periodos de acoplamiento. Estos costes, muchas veces no analizados por las empresas, tienen un carácter elevado en empresas donde el ciclo de renovación de personal es importante.

b) Maniobras en redes de distribución de energía eléctrica a 20 KV, ante averías o disparo de líneas.

En empresas distribuidoras de energía eléctrica, tradicionalmente, y dado la gran dispersión territorial que pueden tener las redes de distribución eléctrica de una zona, las reposiciones o maniobras operativas de líneas, son realizadas por personal ya acoplado a dicha zona de trabajo. El problema reside, que aunque los elementos de maniobra (figura 3) y operación son pocos en comparación a una instalación industrial, debido a la dispersión de dichos elementos a nivel territorial, que se deben conocer donde están situados, de qué manera llegar hasta allí (muchas veces a través de caminos o zonas que no están reflejados en planimetrías tradicionales), y que hacen que el nuevo personal asignado a esa zona tenga

un tiempo de acoplamiento importante, la dificultad para utilizar personal con experiencia de otra zona, y como consecuencia directa un aumento de tiempo para las reposiciones de servicio, disminución de la fiabilidad operativa (en ocasiones sólo el desconocimiento del camino de entrada para el acceso a la maniobra de un seccionador conlleva retraso de horas en la reposición de servicio) y un coste económico para la empresa distribuidora, no sólo por el tiempo de acoplamiento del nuevo personal (puede oscilar en más de 24 meses), sino por la energía no comercializada por dicha falta de operatividad.

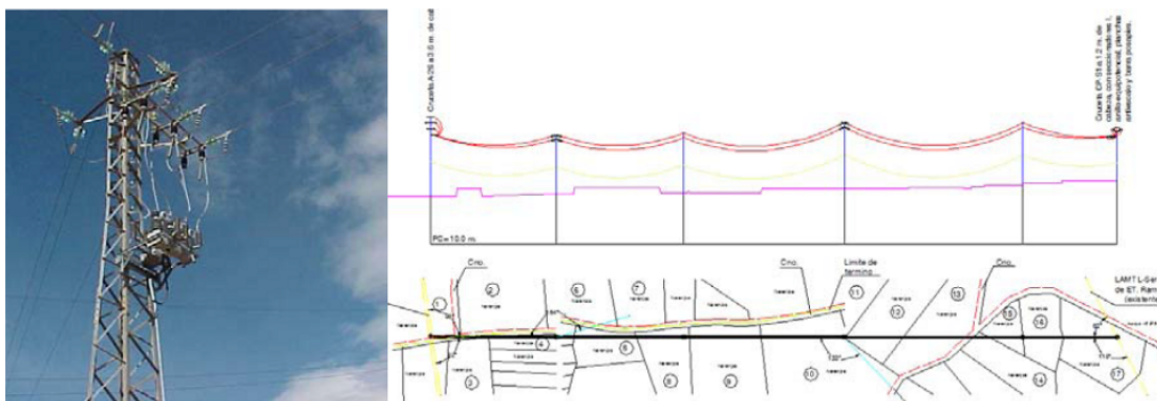


Figura 3. Elemento maniobra red 20 KV y plano distribución de red.

Fuente: elaboración propia

- c) Disminución de la eficiencia energética en sistemas de refrigeración industrial por desconocimiento de la información operativa de todo el sistema:

El estudio de la mejor política de uso y eficiencia de la energía es vital para la empresa y sus procesos. Con relativa frecuencia, en equipos críticos y que utilizan intensivamente energía para partes importantes del proceso de la empresa, se realiza un mantenimiento preventivo correcto, pero debido a la dispersión de la información, la falta de análisis inicial y la propia inercia de trabajo de los servicios de mantenimiento, hace que no se estudien en profundidad las acciones de eficiencia energética que se pueden introducir en el elemento, y las relaciones de eficiencia que se pueden tener en cuenta de los elementos aislados en función al sistema global. Muchas de esas acciones o propuestas pueden ser captadas por los propios

técnicos de mantenimiento que operan en la empresa, pero son mal transmitidas u olvidadas por los órganos de mando del departamento de mantenimiento. Se observa en estas actividades un defecto en la transmisión y aplicación del conocimiento para conseguir una mejora de la eficiencia energética. Estas acciones de eficiencia energética en una instalación de refrigeración industrial (Figura 4, Tabla 3), no sólo dependen de un elemento aislado (compresor), sino que se debe observar la influencia de combinar velocidad con volumen de corredera y presión de aspiración, entre otros factores. En este ejemplo, acciones de análisis y mejora del conocimiento de dichas instalaciones, produjeron ahorros energéticos por la actuación de uno sólo de los compresores (tabla 3) de 180.000 KWhe, y de manera global en todo el sistema de 380.000 KWhe anuales, así como una mejora en el conocimiento por parte del personal de mantenimiento, y como consecuencia una mejora de la fiabilidad y mantenibilidad de los equipos.

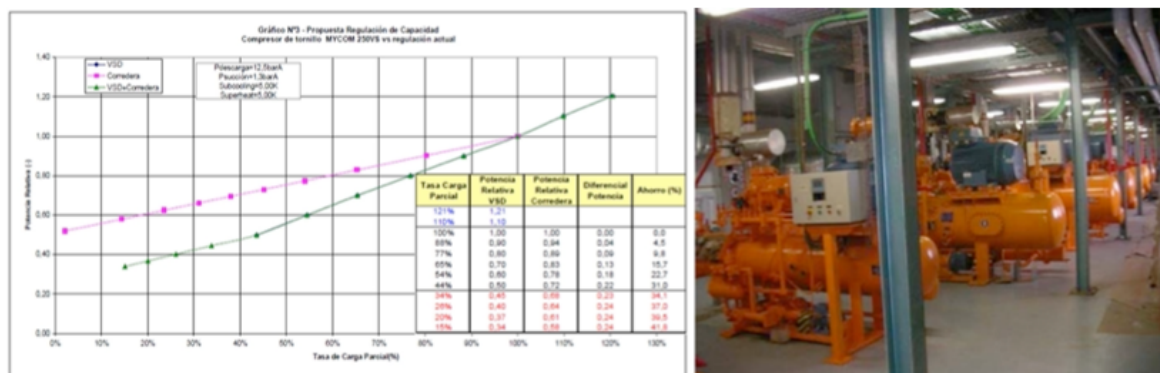


Figura 4. Gráfica operación compresor e imagen de grupos frigoríficos.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Tabla 3. Tabla operación compresor en función de su capacidad y ahorro energético estimado.

COMP. A9		Pot Abs (kW)	Pot frigorif (kW)	COP (sin VSD)	Pot Abs (kW)	COP (VSD)	Ahorro específico	Ahorro estimado (kWh)
Capacidad (%)	Tiempo							
95-100	13,53%	270,10	403,9	1,50	278,20	1,45	2,00%	6.404
90-95	4,98%	259,00	354,9	1,37	248,84	1,43	-3,92%	-4.429
85-90	4,31%	251,80	323,5	1,28	230,30	1,40	-8,54%	-8.125
80-85	3,89%	245,40	294,8	1,20	213,31	1,38	-13,08%	-10.929
75-80	3,40%	239,50	268,4	1,12	197,55	1,36	-17,52%	-12.513
70-75	2,86%	234,00	243,9	1,04	182,82	1,33	-21,87%	-12.809
65-70	2,44%	229,00	221,1	0,97	169,23	1,31	-26,10%	-12.765
60-65	2,84%	224,30	199,5	0,89	156,04	1,28	-30,43%	-16.979
55-60	2,84%	207,60	164,0	0,79	136,06	1,21	-34,46%	-17.787
50-55	7,07%	204,70	152,1	0,74	131,84	1,15	-35,59%	-45.119
45-50	0,71%	191,10	95,0	0,50	111,54	0,87	-42,86%	-49.471
40-45	0,75%							
35-40	0,74%							
30-35	0,86%							
25-30	0,86%							
20-25	0,87%							
15-20	0,84%							
10-15	1,27%	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0
0-10	44,95%							

Fuente: elaboración propia a partir datos de la empresa.

d) Conducción operativa de instalaciones en un entorno de grandes dimensiones:

En entornos de grandes dimensiones como pueden ser un gran centro comercial, un parque de ocio o temático, hoteles, grandes industrias, etc., ante la operación de las instalaciones (puesta en marcha de sistemas de climatización, rearmado de interruptores de protección ante disparos fortuitos, etc), normalmente estas operaciones que consisten en operar un elemento que se encuentra en una zona diferente a la zona que queremos restablecer o poner en servicio (figura 5), maniobras que en sí son sencillas, suponen un tiempo importante cuando el personal que debe hacer dicha maniobra (aun teniendo experiencia como técnico de mantenimiento), desconoce donde se encuentra dicho cuadro eléctrico, o la procedencia del cuadro aguas arriba del elemento a reponer (Está en otra zona, o se encuentra dentro de un patinillo técnico no identificado, o la válvula de maniobra está en una zona poco accesible y se ha manipulado en pocas ocasiones). Esta pérdida de operatividad (más evidente en entornos en los que el personal de mantenimiento suele estar subcontratado y suele variar la plantilla con relativa frecuencia), se muestra durante los primeros meses de acoplamiento de personal (Disminuye

cuando acumulan el conocimiento tácito por la experiencia en el sitio), suponen una pérdida importante para la empresa, no sólo por la falta de operatividad hasta el acoplamiento del personal, sino debido a la repercusión del tipo de fallo (mayor tiempo en reponer el servicio), y repercusión sobre el producto producido o servicio a prestar.

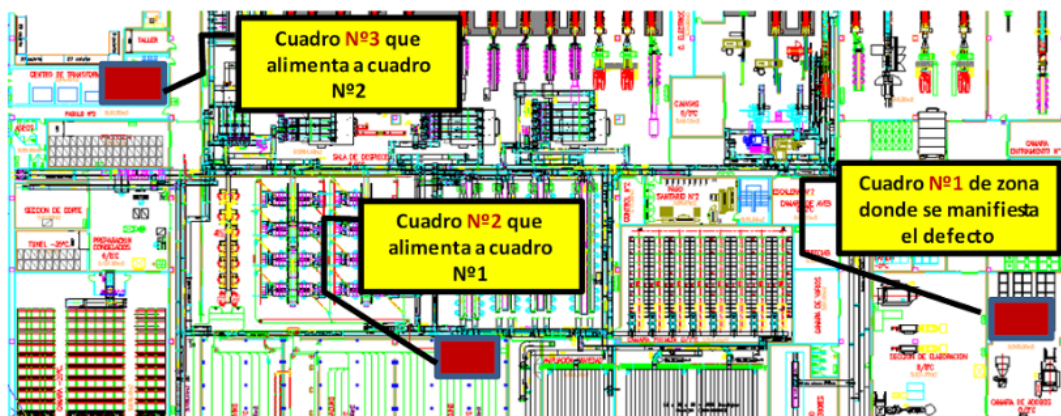


Figura 5. Cuadros eléctricos en una red radial en entornos de grandes superficies.

Fuente: elaboración propia.

Del análisis de casos expuestos se pueden inducir una serie de hipótesis, que planteen el desarrollo de investigaciones futuras:

- H1: La inadecuada gestión del conocimiento, en especial el tácito, induce como consecuencia un elevado tiempo de acoplamiento operativo del nuevo personal de mantenimiento.
- H2: La inadecuada gestión del conocimiento, en especial el tácito, induce como consecuencia un elevado tiempo de respuesta operativa ante fallos o maniobras de las instalaciones o equipos de la empresa.
- H3: La inadecuada gestión del conocimiento, en especial el tácito, induce como consecuencia un empeoramiento en la eficiencia energética de los sistemas de la empresa.

- H4: La inadecuada gestión del conocimiento, en especial el tácito, induce como consecuencia una disminución en la eficiencia en la mantenibilidad de los activos tangibles de la empresa.
- H5: La adecuada Gestión del Conocimiento por parte de la organización de mantenimiento, puede influir de manera positiva sobre la operatividad de la empresa y unión de equipos de trabajo.

En consecuencia, el futuro de una organización de mantenimiento estará condicionado según la idoneidad y pertinencia del conocimiento que las entidades de éste obtengan, generen, apliquen, apropien, difundan y exploten al resolver sus diversas problemáticas que constituyen las barreras para alcanzar su mayor eficiencia operativa, y disminución de la tasa de conocimiento tácito, presente en mayor medida entre el personal afecto a los servicios de mantenimiento, transformándolo en explícito.

4. CONCLUSIONES

Tras la descripción de un análisis de casos captados entre personal de mantenimiento de cinco empresas, donde se describen ejemplos claros de la repercusión del mantenimiento y su relación con el conocimiento que afectan a la eficiencia del servicio (y por tanto de la empresa), las principales contribuciones que se presentan en este artículo, en relación a la actividad de mantenimiento industrial, y su repercusión en el desempeño técnico y económico de la empresa en donde actúa dicho departamento, es visualizar y permitir entender la problemática del nivel de conocimiento tácito en las organizaciones de mantenimiento de las empresas, que se podrían resumir entre las siguientes:

- Es asumido tradicionalmente que dentro del personal de mantenimiento, el desempeño está basado en su propia experiencia, y conlleva un fuerte conocimiento tácito, difícil de explicitar por las empresas.
- La inadecuada transferencia del conocimiento, produce situaciones de ineficiencia, que afecta directamente sobre las acciones estratégicas de esas grandes infraestructuras.

- Ante renovaciones o sustitución de personal en las áreas de mantenimiento, se produce una ruptura de la línea del conocimiento, que produce mayores tiempos de acoplamiento y de actuación ante situaciones críticas. Este tiempo de acoplamiento puede variar según la complejidad de las empresas o instalaciones, y conlleva una pérdida económica para la empresa.
- Se debe estudiar la mejora del mecanismo de gestión del conocimiento en esta área técnica, como una herramienta estratégica de la empresa, visualizando y valorando la repercusión económica y de mejora de la eficiencia que ello produciría.
- Mediante este estudio de casos y ejemplos, permite a otros investigadores del área económica y del conocimiento, pero sin profundos conocimientos de ingeniería, entender y visualizar el problema fundamental y orientarlo desde una visión no sólo centrada en la ingeniería industrial.

La principal limitación de este estudio radica en que todos los miembros de las empresas entrevistados, tienen su área de trabajo en la Comunidad valenciana (España). El resultado podría ser extensible tanto a nivel nacional como internacional, dado que algunas de las empresas analizadas tienen presencia nacional como internacional.

Sería también conveniente continuar con la línea de investigación, realizando un análisis más profundo mediante técnicas de investigación cualitativas, teniendo en cuenta la relación de la gestión del conocimiento, en especial con sus misiones tácticas fundamentales.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha llevado a cabo en el marco del proyecto CONDAP "Habilidades digitales para mentores en el lugar de trabajo en aprendizajes del sector de la construcción" financiado por la Comisión Europea dentro de la Acción Clave 2: Cooperación para la innovación e intercambio de buenas prácticas, número de referencia 2018-1-UK01-KA202-048122. Así mismo, este trabajo se ha llevado a cabo en el marco del grupo de investigación PREDILAB, dentro de la investigación realizada en la Universidad de Castilla La

Mancha y titulada "Metodología y sistemas para la mejora del mantenimiento y la eficiencia energética en la rehabilitación y reutilización del patrimonio industrial. Fase 1 y 2.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aghezzaf, E.H., Jamali, M.A., & Ait-Kadi, D.** (2007). An integrated production and preventive maintenance planning model. *European Journal of Operational Research*, 181, 679-685.
- Badia, F.G., Berrade, M.D., & Campos, C.A.** (2002). Optimal inspection and preventive maintenance of units with revealed and unrevealed failures. *Reliability Engineering and System Safety*, 78(1), 157-63.
- Cárcel, F.J., & Roldán, C.** (2013). Principios básicos de la Gestión del Conocimiento y su aplicación a la empresa industrial en sus actividades tácticas de mantenimiento y explotación operativa: Un estudio cualitativo. *Intangible capital*, 9(1), 91-125. <http://dx.doi.org/10.3926/ic.341>
- Cárcel-Carrasco, J., & Gómez-Gómez, C.** (2021). Qualitative analysis of the perception of company managers in knowledge management in the maintenance activity in the era of industry 4.0. *Processes*, 9(1), 121.
- Cárcel-Carrasco, J., & Cárcel-Carrasco, J. A.** (2021a). Analysis for the Knowledge Management Application in Maintenance Engineering: Perception from Maintenance Technicians. *Applied Sciences*, 11(2), 703.
- Cárcel-Carrasco, J., Pascual-Guillamón, M., & Langa-Sanchis, J.** (2021b). Analysis of the effect of COVID-19 on air pollution: perspective of the Spanish case. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(27), 36880-36893.
- Cárcel-Carrasco, J., Cárcel-Carrasco, J. A., & Peñalvo-López, E.** (2020). Factors in the relationship between maintenance engineering and knowledge management. *Applied Sciences*, 10(8), 2810.

- Cárcel-Carrasco, J., Pascual-Guillamón, M., & Salas-Vicente, F.** (2021c). Analysis on the Effect of the Mobility of Combustion Vehicles in the Environment of Cities and the Improvement in Air Pollution in Europe: A Vision for the Awareness of Citizens and Policy Makers. *Land*, 10(2), 184.
- Cárcel-Carrasco, J., Peñalvo-López, E., Pascual-Guillamón, M., & Salas-Vicente, F.** (2021d). An Overview about the Current Situation on C&D Waste Management in Italy: Achievements and Challenges. *Buildings*, 11(7), 284.
- Cárcel-Carrasco, J., Peñalvo-López, E., Pascual-Guillamón, M., & Salas-Vicente, F.** (2021e). An Overview about the Current Situation on C&D Waste Management in Italy: Achievements and Challenges. *Buildings*, 11(7), 284.
- Cárcel-Carrasco, F. J., Roldán-Porta, C., & Grau-Carrión, J.** (2013a). La sinergia entre el diseño de planta industrial y mantenimiento-explotación eficiente. Un ejemplo de éxito: El caso Martínez Loriente SA. *DYNA: Ingeniería e Industria*, 88(6), 286-291.
- Cárcel-Carrasco, J., Pascual-Guillamón, M., & Salas-Vicente, F.** (2022). Composition of some metallic fragments found in food that are undetectable by magnetic or eddy currents equipment: A case study. *LWT*, 153, 112358.
- Martínez-Corral, A., Cárcel-Carrasco, J., Carnero, M. C., & Aparicio-Fernández, C.** (2022). Analysis for the Heritage Consideration of Historic Spanish Railway Stations (1848–1929). *Buildings*, 12(2), 206.