

Tres pasos para reducir el costo total de una bomba (CTB)

Por Lionel Gaudrel y Arnaud Savreux

Resumen del artículo

El costo de la electricidad se ha convertido en una fracción cada vez mayor del Costo total de una bomba (CTB) de los sistemas de bombeo industriales. De hecho, los costes energéticos representan el 40% del CTB de una bomba típica. La aplicación de prácticas de gestión de la energía apropiadas permite reducir el consumo de electricidad en al menos un 30%, a la vez que reduce los costes de mantenimiento. En este artículo se explica cómo reducir el CTB con una inversión limitada.

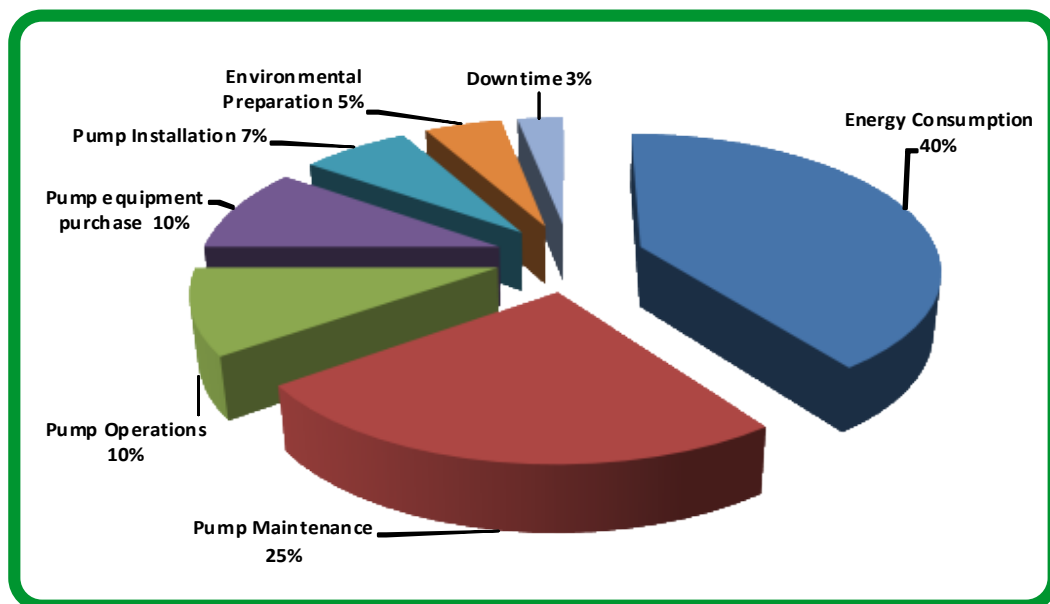
Introducción

Donde quiera que estén presentes los sistemas de bombeo —ya sea en edificios o instalaciones de tratamiento de aguas, o del sector del gas y petróleo— el consumo energético ejerce una gran influencia sobre el coste. Pese al hecho de que los costes eléctricos representan el 40% del coste total de propiedad (ver **Figura 1**) de los sistemas de bombeo, muchas organizaciones no logran introducir las medidas adecuadas para obtener una reducción de costes mediante un aumento de la eficiencia energética. Para resolver este dilema, es necesario reconocer y sortear los siguientes obstáculos principales:

- **Ausencia de baremos adecuados** – Tradicionalmente, las evaluaciones de rendimiento han ignorado la eficiencia energética. En muchas organizaciones, las responsabilidades del abastecimiento de energía y el mantenimiento de la eficiencia de las operaciones se encuentran separadas y no se utilizan baremos estandarizados y coherentes.
- **Falta de conocimientos** – La escasa concienciación sobre las oportunidades de la eficiencia energética es todavía predominante, y como resultado se desaprovechan ahorros potenciales y otros beneficios.
- **Miedo a la inversión** – El personal de operaciones a menudo tienen dificultades para presentar de manera atractiva grandes o incluso pequeñas inversiones a los responsables financieros de sus organizaciones.

Figura 1

Perfil de costes del ciclo de vida de una bomba típica (cortesía de Hydraulic Institute and Pump Systems Matter)



Este artículo demuestra cómo el despliegue de un plan de gestión de la energía, con una inversión limitada, permite obtener reducciones en el CTB de los sistemas de bombeo a la vez que se mantienen los objetivos de sostenibilidad. Cualquier plan energético sólido debe considerar los siguientes tres pasos:

1. Gestión de la eficiencia energética
2. Gestión de activos
3. Gestión del coste energético

A efectos de este artículo, el alcance del sistema de bombeo englobará todos los elementos relacionados, desde el punto de conexión a la red eléctrica hasta el punto de uso final. Este artículo ilustrará cómo las buenas prácticas de gestión de la energía pueden generar un ahorro del 20% en el CTB y un retorno de la inversión (ROI) en 24 meses.

Paso 1: Gestión de la eficiencia energética

En la actualidad, la eficiencia energética es una de las máximas prioridades a nivel global, tanto en los países industrializados como en las economías emergentes. La Conferencia de desarrollo sostenible de 2012 y la Cumbre de la Tierra de 1992, celebradas en Río de Janeiro, y el Protocolo de Kioto de 1997 concluyeron con la firma de un tratado global que establece objetivos vinculantes para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. La Agencia Internacional de la Energía (IEA) y diversas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales (OG y ONG) coinciden en que es posible reducir las emisiones de CO₂ mediante la generalización de productos y sistemas energéticamente eficientes, lo que generaría además un importante ahorro energético.

El desafío, sin embargo, reside en que la naturaleza de la producción en los entornos industriales se encuentra en un constante estado de evolución. Los ciclos de producción, por ejemplo, se ven condicionados por variables como la demanda del mercado, la climatología y las regulaciones locales. En consecuencia, los operadores de plantas industriales y edificios necesitan comprender cómo y cuándo se utiliza la energía para minimizar su consumo y los costes derivados.

El enfoque de gestión de la energía en los sistemas de bombeo abordado en este artículo no se limitará a analizar la naturaleza de las pérdidas de eficiencia debidas a componentes individuales dentro del sistema, sino que también estudiará las pérdidas del sistema en su conjunto, como una entidad integrada completa.

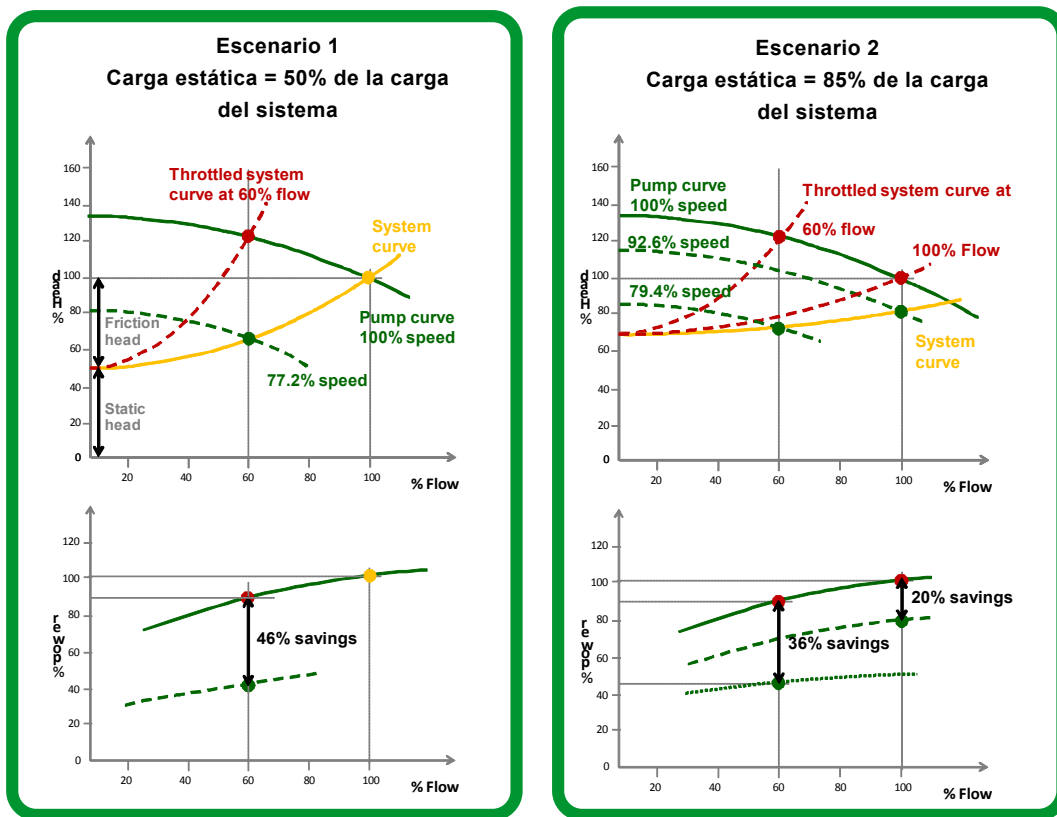
La mayoría de las pérdidas de eficiencia en los sistemas de bombeo provienen de:

- Una discordancia entre la bomba instalada y los requisitos reales del sistema (es decir, sobredimensionamiento o infradimensionamiento)
- Un uso incorrecto de la tecnología de válvulas reguladoras y compuertas para controlar el flujo de líquidos

Los dos elementos anteriores implican que el modo en que se controla un sistema de bombeo desempeña un papel fundamental en lo que respecta a cómo puede mejorarse su eficiencia. Los sistemas de control constan de componentes de software y hardware. En lo que respecta al hardware o componentes físicos, los variadores de velocidad son claves para obtener un alto nivel de eficiencia.

Figura 2

Energía ahorrada por el uso de variadores de velocidad frente a velocidad constante a un caudal del 100% y del 60%, según la carga estática y el dimensionamiento de la bomba. El punto de trabajo se representa como la intersección de la curva de la bomba con la curva del sistema.



El ejemplo de la **Figura 2** en la página 3 compara dos instalaciones (una con variador de velocidad y otra con un sistema de velocidad constante) con diferentes cargas estáticas (la diferencia de elevación entre el origen y el punto final de la aplicación).

- A velocidad constante (el ejemplo de sistema con válvula), es necesario incorporar una válvula de regulación al circuito hidráulico. La válvula permite ajustar el caudal al incrementar o disminuir la resistencia al flujo. Esto modificará la curva del sistema. Sin embargo, la velocidad permanece inalterada, por lo que la curva de bombeo no varía. Se obtiene el caudal deseado pero la carga es mucho mayor de lo necesario, por lo que se obtiene una baja eficiencia energética.
- Si se emplea un variador de velocidad, la curva del sistema no se ve alterada. La curva de la bomba varía conforme a la velocidad de caudal y las leyes de afinidad (leyes de la hidráulica que expresan la relación entre las variables que afectan al rendimiento de bombeo, como carga, caudal volumétrico, velocidad de giro del eje y potencia). El ajuste de velocidad satisface los requisitos del proceso y genera un ahorro de energía significativo.

Este ahorro depende de la carga estática: cuanto más baja sea la carga estática, mayor será el ahorro (y el intervalo de variación de velocidad). Para que el bombeo tenga lugar, es necesario generar suficiente potencia como para vencer la carga estática. La carga por rozamiento es la cantidad de carga necesaria para empujar el líquido a través de las conducciones y elementos del sistema. Depende del caudal del sistema, el calibre y la longitud de la conducción y la viscosidad del fluido.

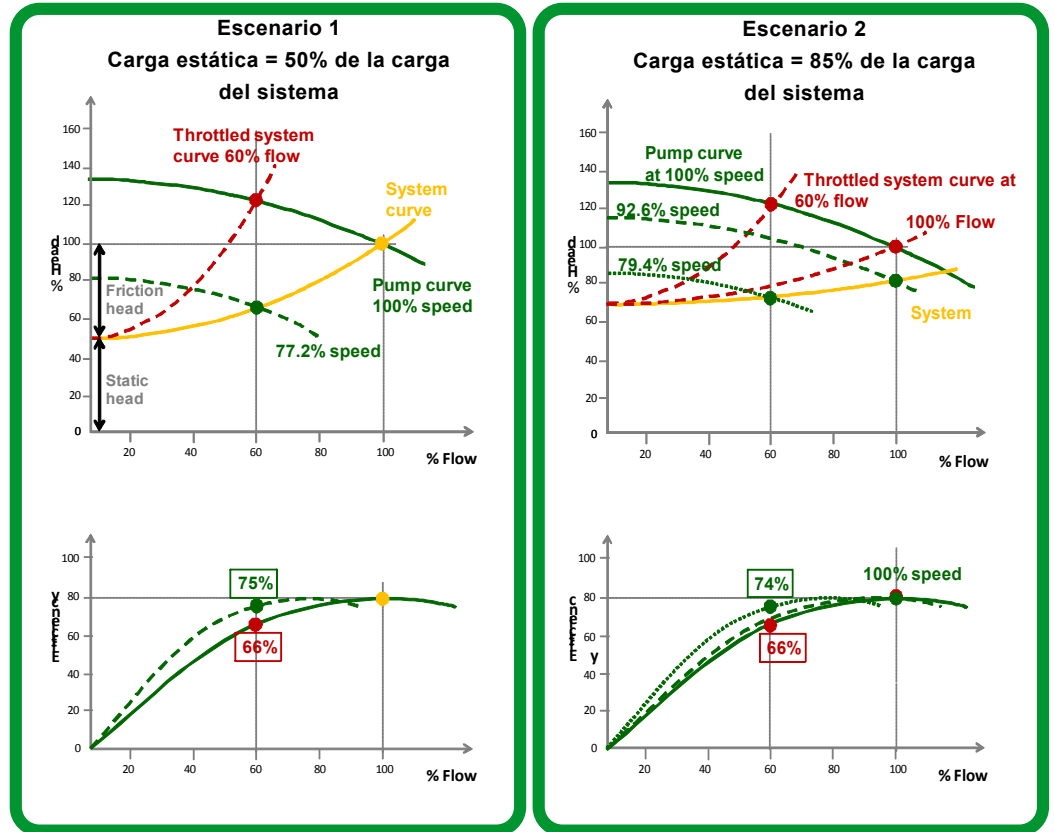
- Escenario 1 (**Figura 2**): la carga estática representa el 50% de la carga del sistema y la bomba está correctamente dimensionada para la carga y el caudal del sistema. Al 100% del caudal, la energía consumida por la bomba es la misma tanto a velocidad constante como si es regulada con un variador de velocidad. Al 60% del caudal, el uso de un variador de velocidad proporciona un ahorro de energía del 46%.
- Escenario 2 (**Figura 2**): la carga estática representa el 85% de la carga del sistema y la bomba está sobredimensionada en un 20%. En la vida real, el 75% de las bombas están sobredimensionadas (entre un 10% y un 30%) para alcanzar más rápidamente el pico de producción máxima de la vida útil de la bomba, anticiparse a futuras necesidades o racionalizar el inventario de piezas de repuesto. Como se observa en la gráfica, un variador de velocidad permite ahorrar un 20% de energía a un caudal del 100% y un 36% a un caudal del 60%.

Modificar el punto de trabajo de la curva de la bomba también altera el nivel de eficiencia de la propia bomba. La bomba ofrece la máxima eficiencia cuando se encuentra a plena capacidad. Esto corresponde a lo que se denomina punto de máximo rendimiento (BEP = "Best Efficiency Point"). En términos de diseño y explotación de la instalación, el objetivo es trabajar lo más cerca posible del "BEP". Al variar la velocidad, la eficiencia de la bomba permanece casi inalterada, pero se aplica a un nuevo caudal. A velocidad constante, reducir el caudal empeora rápidamente la eficiencia de la bomba (porque trabaja lejos del "BEP"), mientras que el ajuste de velocidad permite mantener un nivel de eficiencia próximo al "BEP" (ver **Figura 3**).

Determinar la eficiencia de la bomba es solo el primer paso para identificar los niveles de rendimiento del sistema. La supervisión de la eficiencia mediante software permite detectar puntos de trabajo que no resultan apropiados para la bomba. Disponer de estos datos ayuda a mejorar tanto la eficiencia energética del sistema como su fiabilidad.

Figura 3

Comparación de dos escenarios de eficiencia a caudales diferentes: un nivel de eficiencia entre un 8% y un 9% superior con variadores de velocidad a un caudal del 60%



Resumen de buenas prácticas para la gestión de la eficiencia energética de las bombas

Es posible incrementar la eficiencia energética de un sistema de bombeo aplicando estas sencillas medidas:

- Reemplazar los accionamientos a velocidad constante por variadores de velocidad para aumentar la eficiencia. La conexión de un variador de velocidad a la bomba permite controlar la velocidad, presión y caudal, junto con otros requisitos dinámicos del proceso y la producción.
- Visualizar o supervisar los datos de producción y consumo de energía mediante software. Un seguimiento constante de las desviaciones entre la producción obtenida y la energía consumida permite una toma de decisiones ágil y eficaz. Los dispositivos electrónicos inteligentes (IED = "Intelligent Electronic Devices"), como los variadores de velocidad conectados a un sistema de supervisión, desempeñan un papel fundamental al proporcionar datos de funcionamiento, producción y energía en tiempo real. Los puntos de supervisión deben situarse próximos a la carga porque allí es donde se consume la mayor parte de la energía. Cuanto más cerca de la carga se encuentra la supervisión, mayor es la información que se recoge respecto a potenciales ahorros de energía.
- Supervisar de manera continuada el punto de trabajo de la bomba y su eficiencia para visualizar patrones de funcionamiento. La detección de patrones permite adoptar medidas inteligentes que mejoren la eficiencia, y ayudan a verificar el impacto de las mejoras realizadas en el sistema.
- Utilizar baremos adecuados para identificar el incremento o la disminución de la eficiencia en sistemas particulares y para comparar los niveles de eficiencia de distintas bombas en múltiples instalaciones. Uno de los indicadores clave de rendimiento (KPI) recomendados es la medición del consumo específico de energía (en kWh/m³).

Normas de eficiencia: Motores

En el ámbito de la mejora de la eficiencia, los motores desempeñan un importante papel como parte del sistema de bombeo. En 2008, la Comisión Electrotécnica Internacional publicó las normas IEC60034-30 y IEC60034-31 para servir como sistema de clasificación de la eficiencia en motores. Diversos países han aprobado leyes y regulaciones basadas en estas normas y exigen el empleo de motores más eficientes con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂. La **Tabla 1** compara los diferentes niveles de normas aplicables en diferentes regiones geográficas.

Tabla 1

Equivalencias de los niveles de las clasificaciones de eficiencia de motores de distintas regiones geográficas

Clase de eficiencia del motor	Global	EE.UU.	UE (antigua)	UE (nueva)	China	Australia
Premium	IE3	NEMA Premium	-	IE3	-	-
Alta	IE2	EPAct	Eff 1	IE2	Grado 1	AU2006 MEPS
Estándar	IE1	-	Eff 2	IE1	Grado 2	AU2002 MEPS
Inferior al estándar	IE0	-	Eff 3	-	Grado 3	-

En los próximos años, las normativas gubernamentales exigirán el uso de motores más eficientes. Los países de la Unión Europea que actualmente requieren motores de clase IE2 exigirán motores de clase IE3 o de clase IE2 con variadores de velocidad en 2016. Un motor IE3 incrementará la eficiencia en un 2% en un motor de 4 kW/5 HP de potencia en comparación con un motor IE2, y en un 1% en un motor de 90 kW/125 HP. Pese a que estos avances no son desdeñables, incorporar variadores de velocidad ofrecería un potencial significativamente mayor para obtener un aumento adicional de la eficiencia.

Normas de eficiencia: Bombas

Al igual que con los motores, en el ámbito de las bombas también se han adoptado nuevas normas y regulaciones. La Comisión Europea (CE), por ejemplo, ha adoptado el reglamento n.º 547/2012 en el marco de la Directiva 2009/125/CE en lo que respecta a los requisitos de diseño ecológico aplicables a las bombas hidráulicas. Este reglamento de la CE pretende limitar la disponibilidad de bombas hidráulicas de baja eficiencia. Esta Directiva es aplicable en la Unión Europea a las bombas hidráulicas centrífugas empleadas para el bombeo de agua limpia.

El reglamento de la CE define un índice de eficiencia mínima (MEI) para las bombas afectadas. El MEI es un criterio basado en la evaluación de los datos estadísticos de los fabricantes de bombas hidráulicas europeos, leyes de la dinámica de fluidos y puntos de trabajo comprendidos entre el 75% y el 110% del caudal "BEP".

De acuerdo con el reglamento n.º 547/2012, a partir del 1 de enero de 2013 las bombas hidráulicas, deberán tener una eficiencia mínima de MEI=0,1. Esto tuvo un gran impacto sobre los fabricantes de bombas hidráulicas, ya que el 10% de sus configuraciones quedaron obsoletas. A partir del 1 de enero de 2015, las nuevas bombas que se vendan a clientes finales deberán tener una eficiencia mínima de MEI=0,4. Esto significa que el 40% del inventario actual de los principales fabricantes quedará obsoleto. El incremento medio de eficiencia entre MEI 0,4 y MEI 0,1 se sitúa en torno al 5%.

"A partir del 1 de enero de 2015, las bombas hidráulicas deberán tener una eficiencia mínima de MEI=0,4. Esto significa que el 40% del inventario actual de los principales fabricantes quedará obsoleto"

Con el objetivo de profundizar en la mejora de eficiencia, la Unión Europea ha solicitado una nueva directiva que recoja una visión más amplia de los sistemas de bombeo. Para ir un paso más allá en lo que respecta a la medición de la eficiencia, el sistema de bombeo comprenderá la bomba, el motor, el perfil de carga y los variadores de velocidad. Esto redundará en un potencial de ahorro del 30% en comparación con el 3,6% obtenido con el enfoque actual restringido a las bombas.

El reglamento n.º 547/2012 todavía no incluye las bombas de lucha contra incendios, bombas autocebantes, bombas de desplazamiento, bombas de uso público y privado para aguas residuales y fluidos con contenidos sólidos, bombas para piscinas, bombas para fuentes y bombas para el bombeo de agua limpia de más de 150 kW (en varias de estas áreas se están realizando estudios preliminares para el desarrollo de nuevas normas de eficiencia en el futuro).

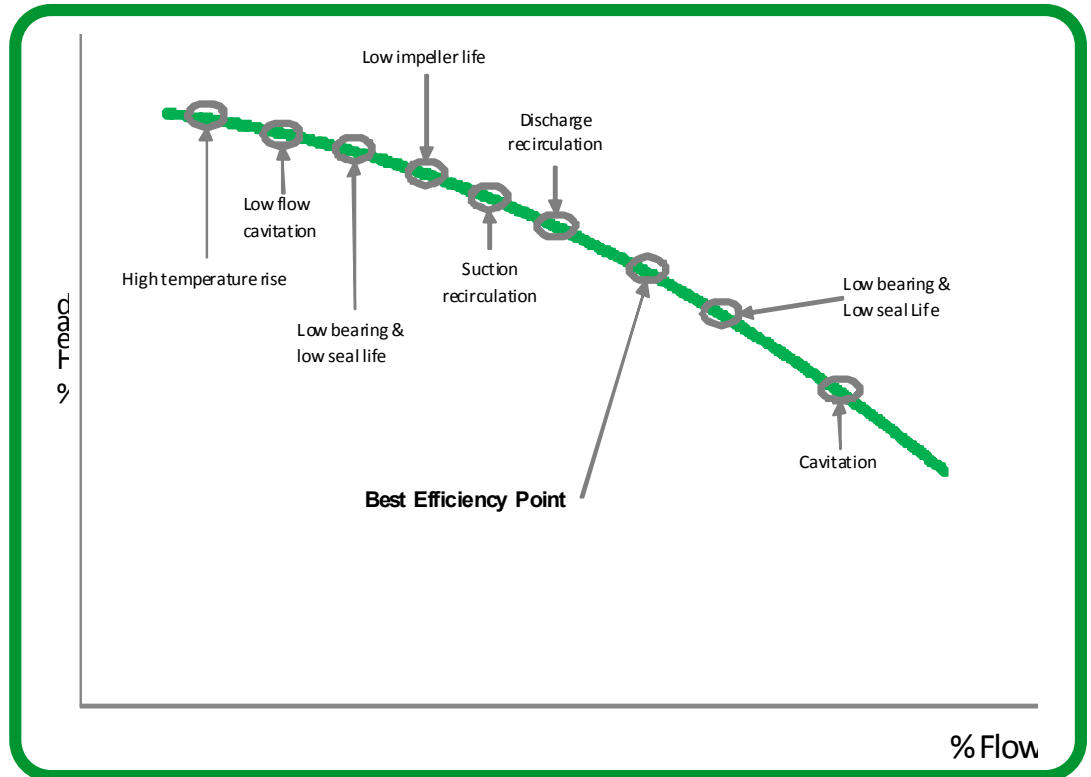
Otras regiones del mundo también han definido sus propios niveles mínimos de desempeño energético para bombas. El método de cálculo de Brasil es semejante al enfoque de la UE. En China, se aplica la regulación GB19762-2007 para equipos de bombeo de agua limpia. Esta regulación establece 3 grados, en los que el grado 1 corresponde a bombas con niveles de eficiencia muy elevados. El grado 3 es el mínimo grado de eficiencia autorizado. El método de cálculo empleado para definir este grado es diferente al método utilizado por la regulación comunitaria. El Departamento de Energía de EE.UU. (DOE) ha iniciado los trabajos de evaluación para establecer nuevos estándares energéticos para las bombas. El DOE ha publicado un marco para la elaboración de normas y ha compartido documentación relativa a las bombas industriales y comerciales con fabricantes, grupos de consumidores, agencias federales y estados para recabar su opinión y comentarios.

Paso 2: Gestión de activos

Los activos materiales como las bombas hidráulicas requieren un mantenimiento constante. Los costes de mantenimiento representan el 25% del CTB (ver **Figura 1**), y por lo tanto un análisis exhaustivo de las prácticas de mantenimiento está justificado en términos de su contribución a los ahorros energéticos. Los costes de mantenimiento son inevitables debido al desgaste de los componentes durante el funcionamiento del sistema, y los costes derivados de la pérdida de producción ocasionada por periodos de inactividad podrían amenazar la solvencia de la operación. En las instalaciones de bombeo, la profusión de partes móviles significa que un adecuado mantenimiento de los motores, accionamientos, bombas y conducciones asociadas resulta crucial. Pueden adoptarse diversas medidas para minimizar los costes de mantenimiento sin que ello amenace la integridad del sistema.

Figura 4

Incidencias relacionadas con el mantenimiento que afectan al rendimiento de las bombas (cortesía de Barringer & Associates, "Pump practices & life")



Todas las bombas deben funcionar dentro de especificaciones de la bomba en cuestión (generalmente estipuladas en el manual de instrucciones / hoja de datos suministrado por el fabricante de la bomba). Como ya se ha comentado, la eficiencia de la bomba varía según sus parámetros de funcionamiento. Las bombas están diseñadas para ofrecer un funcionamiento óptimo en el punto de máximo rendimiento ("BEP"), pero el 75% de los sistemas de bombeo está sobredimensionado en torno al 30%. La **Figura 4** (página anterior) ilustra cómo las bombas comienzan a desperdiciar una cantidad importante de energía si se ignoran las medidas de mantenimiento adecuadas. Por ejemplo, si la bomba funciona al 65% del caudal del "BEP" puede producirse recirculación en la descarga, ocasionando daños en el impulsor y su consecuente pérdida de eficiencia.

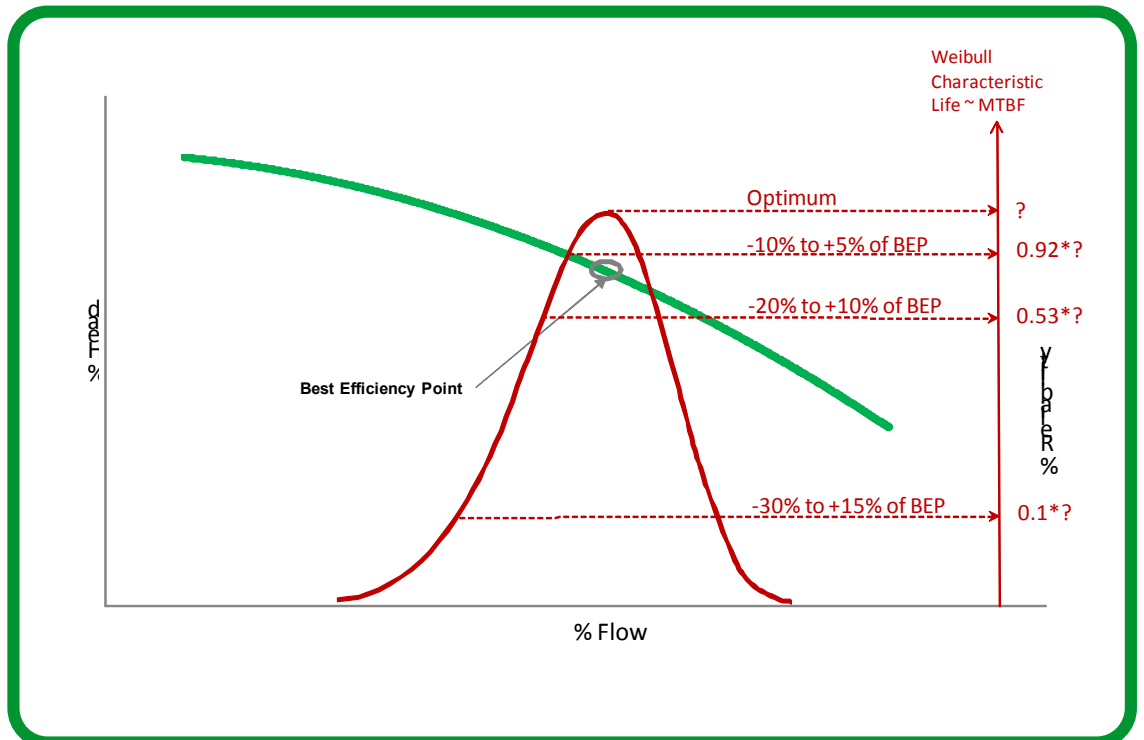
Los variadores de velocidad ayudan a mantener el punto de trabajo próximo al "BEP" y de este modo protegen la bomba contra las fuerzas destructoras generadas por las ineficiencias. Esto permite evitar situaciones extremas como el funcionamiento en seco, el funcionamiento a bajo caudal o la cavitación (ocasionada por una baja carga neta de succión positiva), que pueden causar daños inmediatos en los equipos. Supervisar el punto de trabajo de la bomba y su eficiencia permite realizar diagnósticos que facilitan la prevención de potenciales problemas del sistema.

La **Figura 5** ilustra cómo el funcionamiento en niveles alejados del "BEP", no solo reduce la eficiencia de la bomba, sino que también acelera su desgaste y empeora su fiabilidad. Por ejemplo, un funcionamiento al 60% del BEP resulta en:

- Una reducción del 50% de la vida útil de las juntas
- Una reducción del 20% de la vida útil de los cojinetes
- Una reducción del 25% de la vida útil del impulsor y el cuerpo de la bomba
- Un incremento aproximado del 100% en costes de mantenimiento.

Figura 5

Impacto de la distancia respecto al "BEP" sobre la fiabilidad de la bomba (cortesía de Barringer & Associates – "Pump practices & life")



El desgaste es un fenómeno inevitable debido a la presencia de partes mecánicas en movimiento y la acción del fluido bombeado. La erosión es generada por la velocidad del fluido, y puede verse incrementada por la presencia de lodos (arena o partículas de mayor tamaño). La corrosión es el resultado de reacciones químicas o electroquímicas que deterioran los materiales de la bomba. Incluso el agua potable tratada provoca la corrosión de los cuerpos de bomba de acero fundido como resultado del efecto catalítico de las bacterias. La erosión y la corrosión afectan principalmente a las conducciones, el impulsor y el cuerpo de la bomba (que son los componentes operativos principales).

La eficiencia desciende entre un 10% y un 15% en una bomba sin mantenimiento (ver **Figura 6**). Además, la mayor parte de la pérdida de eficiencia se produce durante los primeros años de funcionamiento de la bomba. Un mantenimiento regular evita las pérdidas de eficiencia y capacidad que pueden aparecer antes de que se produzca un fallo de la bomba.

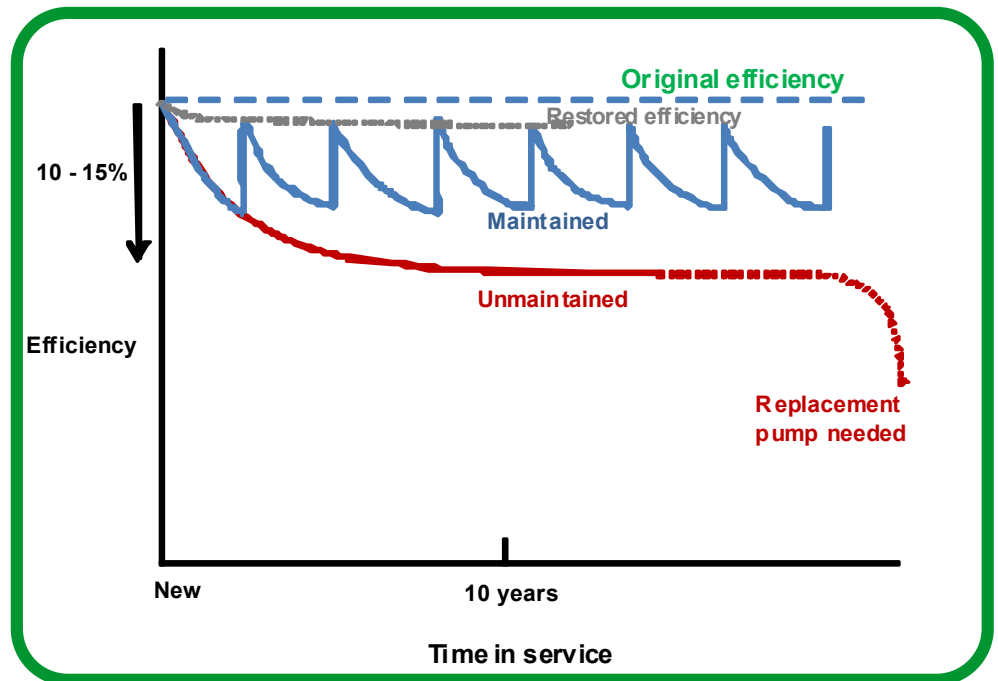


Figura 6

Patrones medios de desgaste para bombas con mantenimiento y sin mantenimiento (cortesía de ETSU, Energy Savings in Industrial Water Pumping Systems)

Algunos de los factores que debilitan la bomba son claramente visibles. Otros factores pueden pasar desapercibidos. Por ejemplo, una junta desgastada es evidente. Sin embargo, el desgaste hidráulico no es tan fácil de observar. Un problema no visible provoca efectos antes de que sea identificado. Esto genera una situación que requiere un mantenimiento correctivo urgente, y además el defecto puede haber afectado a otras partes de la bomba.

Prácticas de mantenimiento

Existe una variedad de enfoques que pueden ayudar a tratar la cuestión del mantenimiento de un modo rentable y efectivo. El mantenimiento preventivo implica la inspección sistemática y la detección de fallos potenciales antes de que ocurran. El mantenimiento condicional es un tipo de mantenimiento preventivo que estima y proyecta el estado de los equipos en el tiempo, utilizando fórmulas de probabilidad para evaluar el riesgo de periodos de inactividad. El mantenimiento correctivo es la respuesta a un problema o emergencia imprevistos.

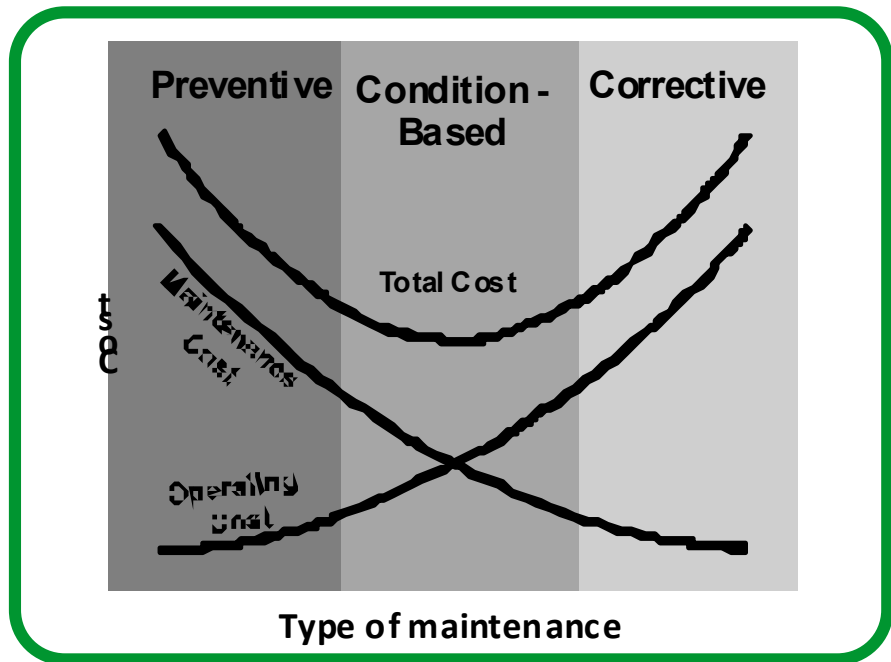
La **Figura 7** ilustra las curvas de coste de estos tres tipos de mantenimiento. El mantenimiento condicional es el enfoque más rentable de los tres.

El mantenimiento condicional supervisa constantemente los datos del sistema y ofrece una evaluación precisa del estado de los componentes, dispositivos y el sistema en su conjunto.

En lo relativo a las bombas, se supervisan variables como la presión de aspiración, presión de descarga, velocidad de la bomba, potencia, caudal y temperatura en distintos puntos para detectar cualquier posible pérdida de eficiencia. La identificación de posibles problemas se realiza mediante la combinación de los patrones de eficiencia y las variables de proceso.

Figura 7

Curvas de coste de los diferentes enfoques de mantenimiento
(Cortesía de Penn State University / Applied Research Laboratory, "Open systems architecture for condition-based maintenance")

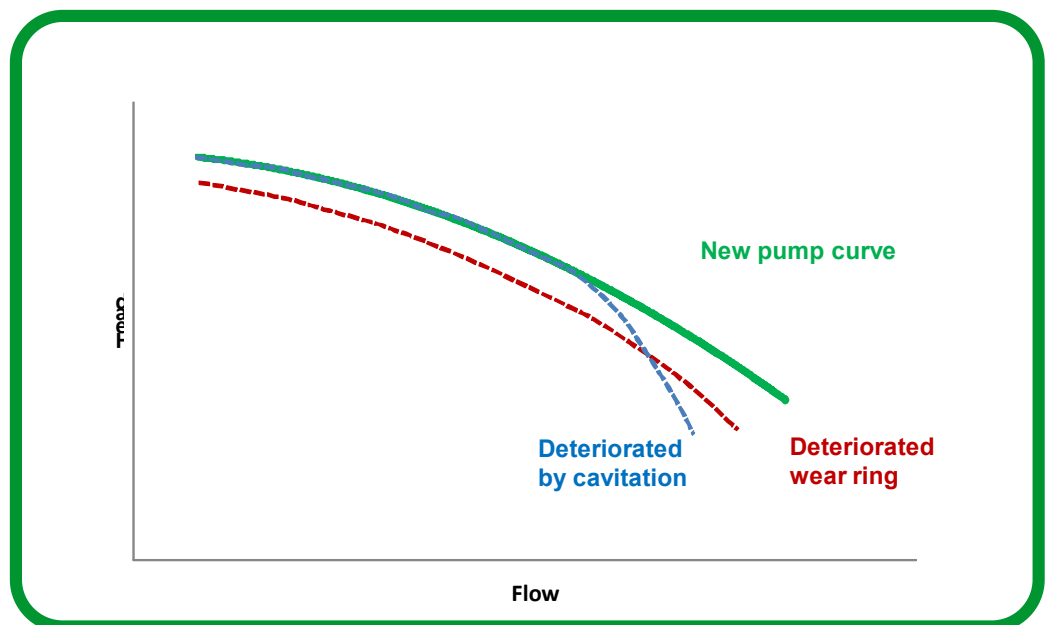


Los variadores de velocidad son capaces de medir las variables de proceso, temperatura y potencia con gran precisión, y de este modo evaluar la eficiencia de la bomba. Si se conectan a un sistema de automatización, supervisan continuamente el estado del sistema y pueden indicar de manera oportuna el momento en el que requiere mantenimiento.

La **Figura 8** ilustra el impacto potencial de un componente desgastado sobre la curva de eficiencia de una bomba.

Figura 8

Curva de eficiencia de una bomba desgastada frente a una bomba nueva



Conducciones o tuberías

Como componente del sistema de bombeo general, las conducciones también se encuentran sujetas a problemas como sobrepresión, fugas o ruptura. La sobrepresión puede derivarse de un control inapropiado de la bomba. También puede producirse un fenómeno denominado "golpe de ariete hidráulico". El golpe de ariete hidráulico es el resultado de una onda de choque generada por una súbita deceleración de la velocidad del fluido que se transmite a lo largo de las conducciones. Esta aceleración y deceleración repentina del motor puede evitarse con la ayuda de un variador de velocidad (que evita variaciones bruscas del caudal). También es posible reducir las fugas del sistema mediante un ajuste automático de la presión cuando resulte necesario.

Motores

La protección de los motores frente a fluctuaciones de tensión y frecuencia puede contribuir a mantener su integridad y a prolongar su vida útil. En aquellos casos en los que los motores están equipados con variadores de velocidad, estas perturbaciones eléctricas no se transmiten a los motores.

La protección frente a condiciones que generen altas temperaturas también puede prolongar la vida útil de los motores. Dispositivos como los relés térmicos y los sensores de temperatura PTC o PT100 pueden contribuir a este cometido y pueden gestionarse a través de los variadores de velocidad.

Cuando se utilizan cables de motor de gran longitud en combinación con motores y variadores de velocidad, se recomienda instalar filtros para evitar los efectos de los valores de dv / dt y de sobretensiones en los motores (véase el White Paper de Schneider Electric *"Un enfoque mejorado para la conexión de variadores de velocidad y motores eléctricos"* para obtener más información sobre esta materia). Nota: Para bombas centrífugas sumergibles para pozos profundos se recomienda verificar con el proveedor de la bomba la amplitud pico a pico de la tensión y los valores de dv / dt en los terminales del motor.

Paso 3: Gestión del coste energético

Los propietarios de edificios y los operadores de instalaciones de bombeo de agua, aguas residuales y del sector del gas y petróleo se enfrentan a facturas de suministros con múltiples componentes. Estos incluyen suplementos por demanda de potencia, por demanda de energía o por tiempo de uso, cláusulas de ajuste al caudal contratado, ajuste al precio del combustible, penalizaciones por factor de potencia y suplementos por asistencia a cliente, además de los impuestos locales, nacionales y regionales. Una confusión en la interpretación de las estructuras de tarificación de los servicios puede conducir a una mala gestión del consumo eléctrico y a un aumento de los costes asociados.

La mayoría de facturas energéticas cubren los mismos conceptos básicos (ver **Figura 9**). Familiarizarse con la terminología ayuda a comprender dónde residen las oportunidades de reducción de costes.

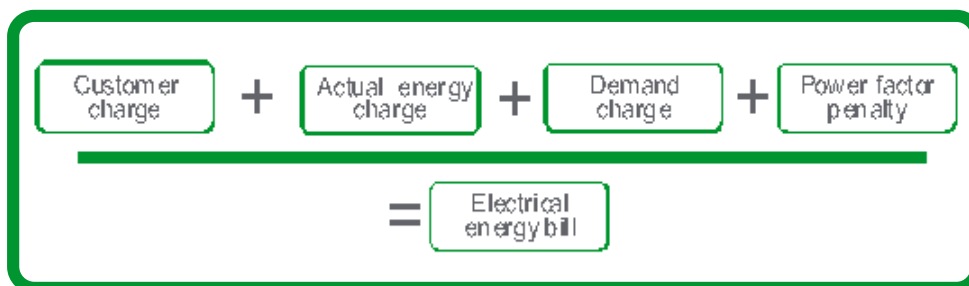


Figura 9

Elementos básicos de una factura eléctrica industrial típica

A continuación se muestran algunas definiciones para términos de uso habituales:

Tarifa de acceso – Este es un cargo fijo que depende del tamaño de la conexión que une la instalación industrial en cuestión con la red de la compañía eléctrica. Este cargo se calcula a partir de un intervalo de consumo de energía anticipado y el precio de la energía que se consume realmente. Ambos elementos dependen del tipo de contrato que se haya establecido entre la empresa y la compañía eléctrica.

Término de energía activa – Este cargo corresponde a la energía activa consumida, que equivale a la energía consumida acumulada a lo largo de un periodo de tiempo dado. La tarifa por kilovatios hora (kWh) depende del periodo de tiempo en el que se haya consumido la energía, y de si este consumo se produjo en las "horas punta" o en las "horas valle".

Término de potencia – Este cargo representa el promedio máximo de energía consumida en cualquier periodo de 15 minutos a lo largo de un mes según las lecturas efectuadas por la compañía eléctrica. A continuación se multiplica este número por la tarifa de potencia para obtener la prima de potencia que figura en la tarifa eléctrica. Esto significa que se factura a los consumidores a partir de un pico máximo de demanda, incluso si este tope solo se alcanza una vez al mes.

Penalización por factor de potencia – El factor de potencia es la relación entre la energía activa (la que genera trabajo) y la energía aparente (la que podría emplearse potencialmente para realizar trabajo). Esto quiere decir que una parte de la energía suministrada por la compañía eléctrica a la instalación industrial no se factura (ya que no genera trabajo). Si el factor de potencia es inferior al valor estipulado en el contrato (digamos una tasa en torno al 0,9), se penaliza al consumidor por el factor de potencia (término de energía reactiva). Existe una gran variedad de dispositivos con factor de potencia inferior a 1: motores, hornos de inducción, transformadores, variadores de velocidad, ordenadores, lámparas fluorescentes, etc.

Armónicos

Las instalaciones industriales también pueden ser penalizadas por la compañía de suministro si los equipos que albergan generan una cantidad inusual de armónicos (perturbaciones eléctricas) que se transmiten a la red.

El White Paper de Schneider Electric "*Reducción de costes de explotación mediante mitigación de armónicos en entornos industriales*" proporciona un análisis detallado sobre cómo reducir los efectos de los armónicos.

Buenas prácticas para la reducción de costes mediante la gestión de facturas

La factura eléctrica de la instalación puede reducirse de manera sencilla mediante la aplicación de las siguientes series de medidas:

- Localizar y estudiar el propio contrato con la compañía eléctrica para comprender con mayor claridad los cargos asociados a la factura y cómo controlarlos. Es posible obtener hasta un 10% de ahorro sin realizar ninguna inversión de capital con la asistencia de un especialista en gestión de la energía.
- Ajustar el horario de consumo energético para pasar del periodo de horas punta al periodo de horas valle en la medida de lo posible (por ejemplo, variando el horario de las operaciones de bombeo y embalsado).
- Reducir el pico de demanda mensual para reducir el término de potencia. En la mayoría de instalaciones, el 75% de las aplicaciones están sobredimensionadas. Los variadores de velocidad pueden reducir la demanda de energía en un 20%, por lo que contribuyen a dimensionar las instalaciones de acuerdo con los requisitos reales del proceso.
- La instalación de variadores de velocidad en las bombas puede evitar la penalización por factor de potencia resultante del uso de motores y mitigar los armónicos hasta un 48% de THDi para una carga del 80%.
- Reducir la cantidad de energía consumida que no redonda en la generación de ingresos. Un control activo de fugas reducirá de forma apreciable los costes de explotación.

Conclusión

Siguiendo las buenas prácticas en gestión energética, gestión de activos y gestión del coste energético puede reducirse en hasta un 20% el coste total de propiedad de las redes de sistemas de bombeo. Una solución tecnológica sencilla, los variadores de velocidad con funciones de gestión de la energía integradas, puede desempeñar un papel fundamental en la consecución de los objetivos de TCO.

Los variadores de velocidad forman parte integral de muchas de las medidas que pueden adoptarse para implementar un plan de gestión de la energía efectivo. Estas medidas incluyen la incorporación de tecnologías energéticamente eficientes, la implementación de un sistema de mantenimiento condicional y la optimización de los costes derivados de la factura eléctrica. La vinculación de los procesos de bombeo con los sistemas de energía contribuye a mejorar el rendimiento de las operaciones mediante una mejora en la gestión de la energía.

Aquellas compañías que no estén bien preparadas para poner en marcha un programa de eficiencia energética deberían solicitar la asistencia de expertos en esta materia crítica. La alternativa supone riesgos, retrasos y gastos innecesarios.

Para alcanzar la sostenibilidad de las operaciones, las compañías deben reaccionar con rapidez y evaluar sus programas actuales para empezar a elaborar una metodología operativa centrada en la mejora de la eficiencia energética.



Acerca de los autores

Lionel Gaudrel es Director de Marketing Estratégico en el Negocio Industrial de Schneider Electric. Posee una licenciatura en Ingeniería Mecánica y un máster por la EMLYON Business School. Cuenta con más de 20 años de experiencia en el campo de las aplicaciones industriales y posee una patente en el área de las tecnologías de automatización basadas en variadores de velocidad.

Arnaud Savreux es Experto en Ofertas de Aplicación en el Negocio Industrial de Schneider Electric. Posee un postgrado en Electrónica y Automatización por la Universidad de Rouen (Francia). Ha aplicado sus conocimientos de ingeniería a incontables proyectos de automatización industrial.