

## Clasificación energética de instalaciones con bombas sumergidas.

Giner González. C.<sup>a1</sup>. Gómez Pajares. P.<sup>a2</sup>. Soriano Olivares J.<sup>b1</sup>. García-Serra García J.<sup>b2</sup>.  
Casany Pérez. M.<sup>a3</sup>

<sup>a</sup>Global Omnium-Aguas de Valencia: <sup>a1</sup>cargigon@globalomnium.com. <sup>a2</sup>pegopa@globalomnium.com. <sup>a3</sup>mcasany@globalomnium.com  
<sup>b</sup>ITA-Dep. Ingeniería Hidráulica - Universitat Politècnica de València: <sup>b1</sup>jasool@ita.upv.es <sup>b2</sup>jgarcias@ita.upv.es

Línea temática D | Estructuras hidráulicas

---

### RESUMEN

Esta comunicación tiene como objeto establecer una clasificación energética los equipos de bombeo sumergidos con la idea de aportar indicadores energéticos que permitan clasificar el funcionamiento de este tipo de equipos. Para ello se han tomado datos de una serie de sondeos de distintos municipios. Para cada sondeo se han tenido en cuenta información básica sobre sus características operacionales, entre ellas el volumen total bombeado, el nivel dinámico del agua en el pozo, presión a la salida del brocal y energía eléctrica consumida por el equipo.

Las mediciones se han realizado por personal de mantenimiento de las instalaciones de forma mensual. Como resultado se han obtenido los indicadores de desempeño de los equipos de bombeo: la media de los rendimientos de los equipos está en el 50%, comprendidos todos ellos entre el 28% y 65%. La conclusión principal es que el potencial de mejora del rendimiento es enorme. Sobre todo, teniendo en cuenta la disponibilidad actual de equipos de alto rendimiento. Del mismo modo, se establece una primera clasificación de cara a conocer cuán de eficiente es un grupo de bombeo en funcionamiento.

**Palabras clave** | estación de bombeo; selección de bombas; eficiencia energética; coste del ciclo de vida; sondeos

---

### INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha aumentado la conciencia social en lo que a eficiencia energética y sostenibilidad se refiere. Expresiones como certificación energética, eficiencia, alto rendimiento, etc... se están convirtiendo en un habitual en la sociedad, a todos los niveles. Esta concienciación se traduce en:

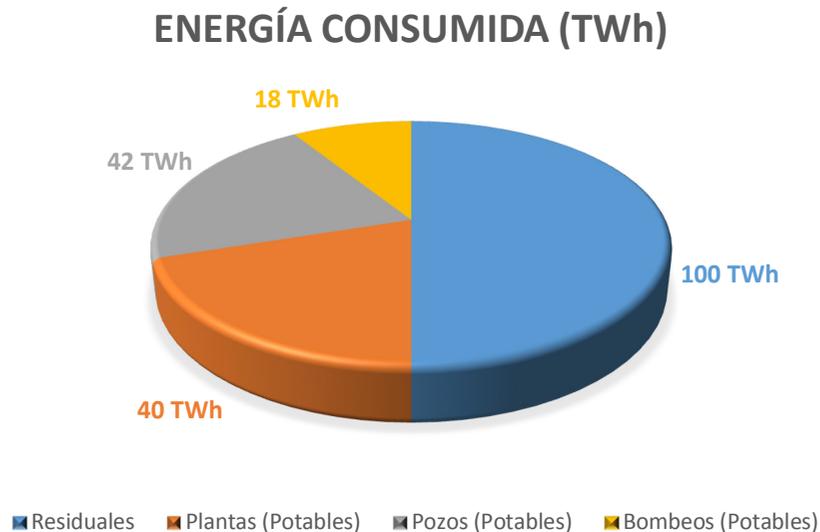
- Mayores exigencias de los usuarios para con los equipos nuevos. Consecuentemente los fabricantes aplican estos criterios en las fases de diseño y fabricación, construyendo equipos cada vez más eficientes.
- Mayores exigencias de los usuarios sobre el conocimiento del rendimiento y eficiencia de los equipos. Teniendo en cuenta que los usuarios no son técnicos especializados, están demandando una simplificación de la eficiencia energética de los equipos.
- Mayor exigencia hacia la sustitución de equipos por otros de mayor eficiencia, motivado por las inquietudes y concienciación anteriormente mencionada. Consecuentemente los usuarios reclaman estudios de viabilidad de sustitución de equipos.

Adicionalmente se ha experimentado una tendencia alcista en el precio de la energía, si bien, esta tendencia es de esperar que siga en el mismo sentido. La energía se va convirtiendo en una parte cada vez más importante en el capítulo de costes de explotación y operación. Esto hace que surja la necesidad de ahorrar energía y todas las medidas que ello conlleva. Por consecuencia se impone el imperativo de ser más eficientes para no perder competitividad con otras empresas del sector.

Es necesario indicar que el Grupo Global Omnium – Aguas de Valencia gestiona una gran cantidad de abastecimientos urbanos. A nivel de compañía se consumen en torno 200 TWh al año, de los que el 50 % aproximadamente (100 TWh) son

imputables a la línea de aguas potables. De toda la parte potables, 40 TWh son plantas (depuradoras, filtración...) y 42 TWh corresponden a pozos. La energía restante de la parte de potables (18 TWh aproximadamente) son bombeos, grupos de presión, etcétera, y una parte testimonial de oficinas. A nivel económico, la energía consumida por los pozos de la compañía tiene un coste de 4.6 M€ al año.

Figura 1 | Gráfico de consumo de energía eléctrica de la compañía.



Todo esto se traduce en que es necesario tener en cuenta la energía consumida por los equipos y, por ende, el rendimiento de los mismos, pero a todos los niveles, pues supone un porcentaje importante del total de costes de explotación. Las fases son:

- Selección del equipo: Considerando fabricantes de equipos eficientes, estudiando el punto de funcionamiento de los equipos en base a históricos, realizando la elección del equipo con menor coste de ciclo de vida. Hay que tener en cuenta que la mayor parte del coste del ciclo de vida es el coste de la energía consumida.
- Instalación y puesta en marcha: Respetando las indicaciones del fabricante, teniendo en cuenta las peculiaridades de la instalación en cuestión y comprobando los valores esperados con los reales medidos en condiciones de funcionamiento.
- Mantenimiento y operación: Seguimiento en continuo de los parámetros de funcionamiento de los equipos, analizando los rendimientos de los mismos y, en general, conociendo en todo momento el estado de los mismos.
- Establecimiento de objetivos energéticos: establecer ratios e indicadores que avisen cuando es necesario estudiar la viabilidad técnica y económica de sustitución de los equipos por otros más eficientes, teniendo como objetivo una clasificación energética para las instalaciones.
- Estudio y sustitución: En el caso en que algún ratio supere los valores límites establecidos se analizan las causas que lo provocan, se analiza la viabilidad de la intervención propuesta y se comunica a quien tiene la potestad de decidir si actuar o no.

El presente estudio se va a centrar en la línea de aguas potables, concretamente en sondeos con motores sumergibles de diversas tipologías, potencias y fabricantes de equipos.

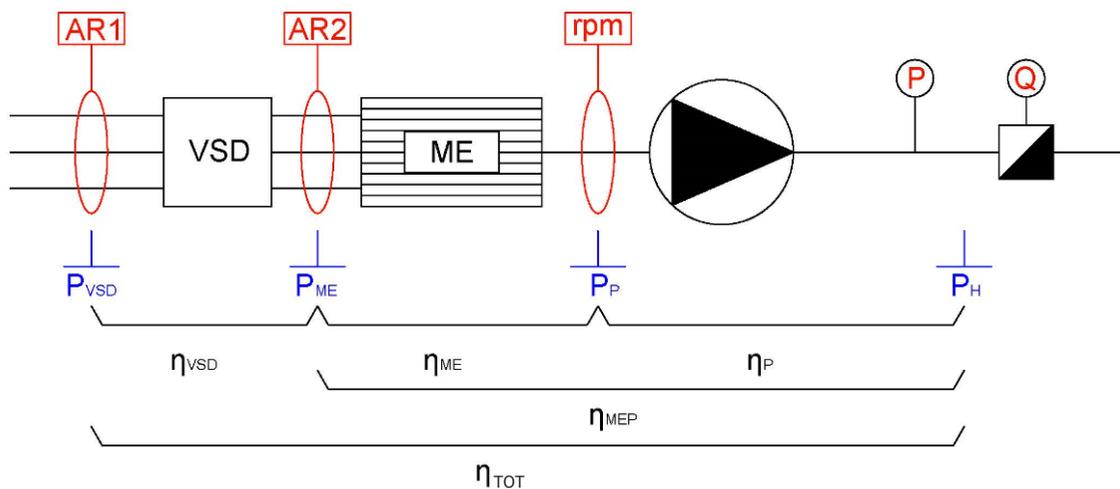
Las bombas de pozo consumen gran parte de la energía eléctrica en instalaciones hidráulicas. El rendimiento energético de estos equipos depende de las condiciones de funcionamiento. Si a eso le añadimos que las condiciones de funcionamiento son cambiantes, surge la eterna pregunta: ¿cuál es el rendimiento real del equipo? Evidentemente una solución es medirlo, y resulta que al medirlo salen cifras muy dispares con respecto a lo datos proporcionados por el fabricante.

En conclusión, se tiene que evaluar el rendimiento de un equipo no es tan sencillo como decir una cifra y ya está, sino que es algo más complejo. Si a nivel técnico es complejo la determinación del rendimiento del equipo, eso mismo se complica a nivel de usuario, usuario que en muchos casos desconoce el funcionamiento de los equipos y como varía su rendimiento conforme lo hace su punto de funcionamiento.

## Principios básicos

Un sistema de bombeo normalmente está compuesto por un variador de frecuencia (VSD), un motor eléctrico (ME) y una bomba hidráulica (P). Cada uno de estos elementos realiza una transformación energética para, entre todos, transformar la energía eléctrica suministrada al sistema (normalmente desde un centro de transformación) en energía comunicada al fluido. Cada transformación energética tiene asociada a ella unas pérdidas, imponiendo un rendimiento a dicha transformación. Energéticamente el sistema quedaría de la siguiente manera.

Figura 2 | Esquema de flujo energético, potencias y rendimientos.



En la anterior figura se pueden apreciar los distintos estadios de la potencia, así como los rendimientos asociados a cada transformación energética. El rendimiento global del sistema ( $\eta_{TOT}$ ) se define como el cociente entre la potencia hidráulica transferida al fluido dividida entre la potencia eléctrica absorbida por el sistema. Matemáticamente es el producto de los rendimientos de cada una de las transformaciones energéticas.

$$\eta_{TOT} = \eta_{VSD} \cdot \eta_{ME} \cdot \eta_P = \frac{P_H}{P_{VSD}} \quad [1]$$

donde  $\eta_{VSD}$  el rendimiento del variador de frecuencia,  $\eta_{ME}$  el rendimiento del motor eléctrico y  $\eta_P$  el rendimiento de la bomba.

Es sabido que estos rendimientos y potencias dependen del punto de funcionamiento del equipo, si bien hay otros factores que pueden influir en una caída de rendimiento, por ejemplo, una perforación en la columna de impulsión del pozo. En consecuencia, se deduce que existen una gran cantidad de factores que intervienen en el rendimiento de un sondeo, haciendo, en muchas ocasiones, que sea complejo cuantificar cuán eficiente es un sistema de bombeo.

## Escala de clasificación energética

Para simplificar y facilitar la elección y comparación de eficiencias es común el clasificarlas según una escala. Esto se ha aplicado en distintos sectores, desde la edificación hasta los electrodomésticos, asignando una letra en función de la eficiencia energética del elemento clasificado. Para el usuario esta metodología es más intuitiva.

En lo que se refiere a motores eléctricos existe la clasificación según la eficiencia de los mismos según la IEC 60034-30. que usa las clases IE1 a IE4 (de menor a mayor eficiencia). Sin embargo, esta normativa no es aplicable a motores sumergibles, estando éstos excluidos del ámbito de aplicación de la normativa. Por esta y otras razones, los motores sumergibles no están sujetos a ningún tipo de clasificación energética. Con estas premisas el técnico tiene que disponer de sus herramientas para evaluar el rendimiento y la idoneidad de un equipo de bombeo trabajando en unas circunstancias determinadas.

En la clasificación propuesta se definen cinco niveles de eficiencia energética. Estos niveles van desde PER 1 a PER 5 (*Pumping Efficiency Ratio*). Los ratios definidos son:

**Tabla 1 | Clasificación energética definida.**

	<b>Rendimiento (%)</b>	<b>Índice bombeo (Wh/m<sup>3</sup>/mca)</b>
PER 1	Rto < 51.4	IB > 5.30
PER 2	51.4 < Rto < 60.5	5.30 > IB > 4.50
PER 3	60.5 < Rto < 71.6	4.50 > IB > 3.80
PER 4	71.6 < Rto < 80.1	3.80 > IB > 3.40
PER 5	80.1 < Rto	3.40 > IB

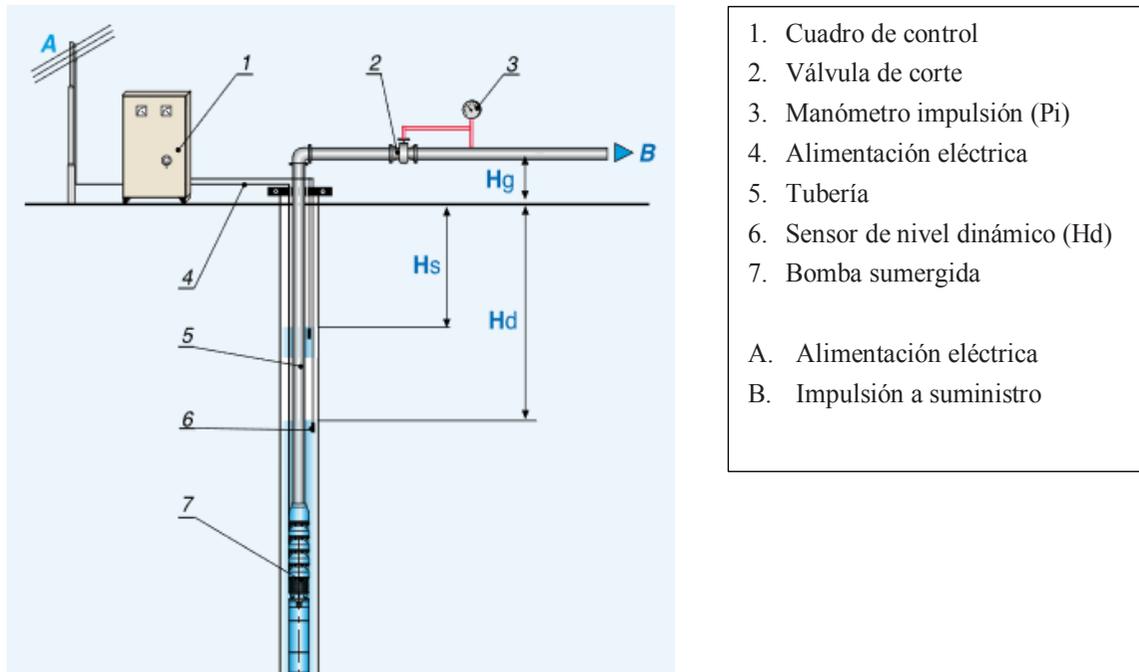
Los valores límite de cada uno de los escalones se han definido en función de la experiencia en el sector de la gestión de infraestructuras hidráulicas. Esta clasificación da una idea rápida del estado en el que se encuentra un bombeo. A partir de ese punto se pueden priorizar los esfuerzos en el estudio de viabilidad de mejora de rendimiento de cada instalación. Tras el análisis de los índices de bombeo y la clasificación de las instalaciones se observa un gran potencial de mejora. A esto hay que añadir que las instalaciones planteadas son instalaciones que tienen bastantes horas de funcionamiento al año, con lo que los ahorros producidos en caso de mejora de rendimiento son importantes. Adicionalmente a esto, la eficiencia de este tipo de instalaciones cada vez es más importante, pues la escasez del recurso hídrico sigue aumentando, con lo que a medio plazo la energía que consumen este tipo de instalaciones irá en aumento.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las medidas se toman mensualmente por el personal que gestiona el abastecimiento. Las variables a medir son las que se listan a continuación. La Figura 3 muestra un esquema de este tipo de instalaciones:

- Volumen de agua producido (m<sup>3</sup>): Se toma del totalizado del contador que hay instalado en la impulsión del pozo.
- Energía consumida (kWh): Se toma del contador fiscal de la compañía distribuidora. Éste estará instalado normalmente en el centro de transformación (normalmente suministro en alta tensión con contrato 3.1A). La medida que se toma es del totalizador de energía.
- Nivel dinámico (Hd): Se anota el nivel de agua sobre la bomba. Para ello se dispone de un medidor de nivel con compresor de aire y transductor de presión.
- Presión de impulsión (Pi): Se dispone de manómetro y/o transductor de presión en la impulsión del pozo. Se toma a mano (del manómetro) o desde el sistema de monitorización (transductor de presión).

Figura 3 | Esquema de un pozo de bombeo.



Las instalaciones que se han seleccionado para el estudio son instalaciones en las que el único equipo de bombeo que hay instalado es la bomba del pozo. Consecuentemente el único consumo importante que existe es el propio pozo. Sin embargo, hay otros consumos paralelos al equipo de bombeo que si bien, no son significativos, hay que evaluar si considerarlos o despreciarlos. Estos consumos son:

- Sistemas auxiliares: Tales como iluminación exterior, iluminación interior de sala de bombeo, centro de transformación, tomas de corriente para mantenimiento, etc... Se desprecia el consumo de estos sistemas auxiliares, pues en su conjunto no llegan ni al 0.01% del consumo de cada instalación (inferior a 1 kWh frente a más de 10.000 kWh al mes)
- Sistemas de control: Principalmente el autómatas responsable del control y monitorización del pozo y todo lo que incluye: sondas de medida, comunicaciones, módem, relés, etc... En este caso también se desprecia pues el consumo es inferior al 0.5 % (inferior a 50 kWh frente a más de 10.000 kWh al mes)
- Pérdidas energéticas en el transformador. Estas pérdidas sí que se tienen en cuenta, pues pueden distorsionar los resultados de un suministro en alta tensión a un suministro en baja. Además, dependiendo del centro de transformación puede variar la energía en pérdidas.

Para la evaluación de las pérdidas en el transformador se ha usado lo definido en el RD 1164/2001 de 26 de octubre. En este Real Decreto se establecen las tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. En el Artículo 5 apartado 4 de este Real Decreto se establece que en caso de realizar la medida en baja tensión teniendo una tarifa de alta tensión, se aplicará un incremento en la medida de energía y de potencia, para tener en cuenta las pérdidas del transformador. Este incremento será de 0.01 kWh por cada KVA de potencia nominal del transformador durante cada hora del mes y además la energía consumida se recargará en un 4%. Una parte responde a las pérdidas en el hierro, siendo constantes y proporcionales a la potencia nominal del transformador. La otra parte corresponden a las pérdidas en el cobre.

La toma de datos se realiza de manera mensual por el personal de mantenimiento. Periódicamente se toman los valores totales del contador instalado en la impulsión del pozo y del contador eléctrico de la empresa distribuidora. Para la toma de parámetros de funcionamiento se pone en marcha el pozo y se deja un tiempo prudencial a que se establezca, normalmente entre 30 y 45 minutos. Pasado este tiempo se miden el resto de parámetros: presión en la impulsión, nivel de agua del pozo, etc.

Al total de energía se le resta las pérdidas en el transformador mediante la siguiente ecuación:

$$E_{pérd\ CT} = 0.01 \cdot P_{CT} \cdot 24 \cdot N_{mes} + 0.04 \cdot \Delta E_{CT} \quad (1)$$

Donde  $E_{pérd\ CT}$  son las pérdidas energéticas estimadas en el centro de transformación expresadas en kWh.  $P_{CT}$  es la potencia nominal del centro de transformación expresada en KVA.  $N_{mes}$  hace referencia a los días del mes y  $\Delta E_{CT}$  es el incremento del totalizador de energía del contador fiscal o, dicho de otra manera, la energía consumida desde la última lectura. Esta energía, que se estiman como pérdidas en el transformador, se restarán del total energía contabilizada. La diferencia será la energía consumida por el equipo de bombeo, a partir de la cual, se clasificará la instalación en función de su eficiencia energética. Los datos analizados corresponden a las medidas realizadas durante 12 meses.

Como indicadores del desempeño energético se definen los siguientes:

- Consumo específico: se obtiene dividiendo el consumo total de energía activa del equipo de bombeo (descontando las pérdidas del transformador) entre el volumen total trasegado. Este indicador se ve afectado por la fluctuación del nivel dinámico del pozo. Por esta razón suele ser estacional, a no ser que el nivel dinámico permanezca estable todo el año. Una variación en este indicador no tiene por qué ser causa de una variación en el rendimiento del equipo. El consumo específico se utiliza para evaluar qué equipo es más interesante usar en caso de que existan varias posibilidades.
- Índice de bombeo: se obtiene dividiendo el consumo específico entre la altura proporcionada por la bomba, siendo ésta la suma del nivel dinámico del pozo y la presión de impulsión en el brocal. Este indicador contempla también la presión que aporta la bomba al fluido. De esta manera sí que se evalúa el rendimiento energético del equipo o, dicho de otra forma, una variación de este indicador implica una variación en la eficiencia del equipo.
- Rendimiento del equipo: es el cociente entre la energía suministrada al fluido y la energía consumida. Está relacionado directamente con el índice de bombeo, con lo que analizado uno de estos dos indicadores es suficiente. El índice de bombeo y, por consiguiente, el rendimiento se usa para el seguimiento del desempeño energético de los equipos de bombeo. Variaciones en este indicador deben ser analizadas en profundidad y justificadas.

---

## RESULTADOS

En primer lugar, es necesario indicar que las instalaciones están supervisadas diariamente, a través de los sistemas SCADA, por técnicos especializados. Sin embargo, esta supervisión se centra en el funcionamiento del conjunto, si bien, no se analiza el desempeño energético de los equipos de bombeo.

Mediante la toma de medidas se calculan de forma mensual los indicadores de desempeño energético definidos anteriormente. Ante la variación de un indicador de desempeño de forma sustancial se debe analizar la causa. Las causas se pueden clasificar en tres tipos:

- Fallo en equipos de medida: En ocasiones lo que se diagnostica es un fallo o deterioro en un equipo de medida. Este mal funcionamiento se refleja en la variación de los indicadores, si bien, no existe tal variación, pues son errores de medida. Ejemplo típico de este tipo es un desgaste en el contador de agua instalado en la impulsión.
- Fallo en elementos de la instalación: En algunos casos, tras analizar la instalación se diagnostica fallos en algún elemento. Típicos fallos de este tipo son fallos en válvulas antirretorno (no abre completamente), columna de impulsión (fugas). Etc.
- Desgaste de equipos: Este tipo de fallos plantea intervenciones de sustitución y/o reparación de los equipos. En este tipo de intervenciones se plantean reparaciones como sustitución de rodamientos, sellos hidráulicos, etc... o incluso la sustitución del equipo de bombeo completo.

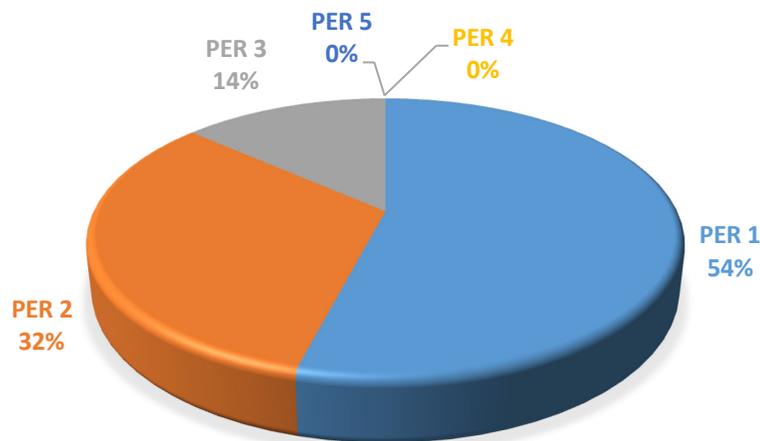
Gracias a este seguimiento y análisis se diagnostican fallos en los equipos y/o elementos incluso preverlos gracias a las tendencias. De esta manera se pueden programar intervenciones con tiempo siendo esto mucho más eficiente. Hay algunas instalaciones que gracias a este seguimiento han sido sometidas a distintas intervenciones de mantenimiento o sustitución de equipos. Estas instalaciones han sido excluidas del estudio. Las instalaciones que se han seleccionado para este estudio se detallan a continuación, así como los indicadores de desempeño energético calculado y la clasificación energética de éstas.

**Tabla 2** | Indicadores y clasificación de las instalaciones estudiadas

Sondeo	Índice Bombeo (Wh/m <sup>3</sup> /mca)	Rend. (%)	Clasific.	Sondeo	Índice Bombeo (Wh/m <sup>3</sup> /mca)	Rend. (%)	Clasific.
Pozo 1	4.70	57.93	PER 2	Pozo 19	4.18	65.19	PER 3
Pozo 2	5.86	46.48	PER 1	Pozo 20	5.07	53.72	PER 2
Pozo 3	4.28	63.74	PER 3	Pozo 21	6.37	42.81	PER 1
Pozo 4	5.39	50.53	PER 1	Pozo 22	5.84	46.64	PER 1
Pozo 5	7.41	36.77	PER 1	Pozo 23	5.43	50.15	PER 1
Pozo 6	7.18	37.97	PER 1	Pozo 24	4.41	61.82	PER 3
Pozo 7	9.49	28.70	PER 1	Pozo 25	5.67	48.05	PER 1
Pozo 8	4.44	61.39	PER 3	Pozo 26	6.56	41.51	PER 1
Pozo 9	4.39	62.14	PER 3	Pozo 27	6.49	42.00	PER 1
Pozo 10	4.78	57.03	PER 2	Pozo 28	5.71	47.73	PER 1
Pozo 11	5.25	51.87	PER 2	Pozo 29	4.72	57.71	PER 2
Pozo 12	4.81	56.69	PER 2	Pozo 30	6.37	42.75	PER 1
Pozo 13	5.17	52.73	PER 2	Pozo 31	4.88	55.81	PER 2
Pozo 14	5.28	51.59	PER 2	Pozo 32	5.74	47.49	PER 1
Pozo 15	5.10	53.42	PER 2	Pozo 33	5.99	45.46	PER 1
Pozo 16	5.67	48.05	PER 1	Pozo 34	5.45	49.97	PER 1
Pozo 17	7.40	36.82	PER 1	Pozo 35	5.27	51.68	PER 2
Pozo 18	5.73	47.57	PER 1	Pozo 36	4.71	57.83	PER 2
				Pozo 37	6.94	39.24	PER 1

Resumiendo los datos de la tabla por clases, se obtiene la siguiente figura:

Figura 3 | Gráfico de cantidad de instalaciones según su clasificación energética.



En primera instancia se obtiene que más de la mitad de las instalaciones obtienen la clasificación energética más baja. En estos casos (PER 1) se impone un estudio de viabilidad de sustitución de los equipos para la mejora de la eficiencia energética.

## DISCUSIÓN

En primer lugar, indicar que hay ciertas instalaciones que se han descartado del estudio debido a que en los últimos 12 meses ha habido algún tipo de intervención, habiéndose producido un cambio en la tendencia de los indicadores. Concretamente, en varias instalaciones, durante el último año se han detectado mermas importantes de rendimiento. Las causas de estas mermas han sido diversas:

- Fugas en la tubería de impulsión del pozo: Produciendo una ineficiencia, al existir cierto caudal de agua que la bomba trasegaba. Este caudal no era impulsado por el pozo hacia la instalación ni tampoco contabilizado por el contador de agua, sin embargo, la energía para bombear ese caudal de agua sí que era consumida por la instalación.
- Desgaste de los rodamientos de los equipos de bombeo: Produciendo un mayor consumo eléctrico del motor al tener que ejercer más par para vencer estos rozamientos añadidos debidos al desgaste.
- Desgaste en la relojería del contador de agua: Produciendo errores por subcontaje. El equipo de bombeo funciona de manera eficiente pero estos errores de medida de caudal hacen que se interpreten los datos como una pérdida de caudal y, consecuentemente, una pérdida de rendimiento.

Todas estas instalaciones en las que se han sustituido equipos son aquellas en las que, analizando periódicamente sus rendimientos, se detectan anomalías, se estudian las causas y se decide actuar, bien para reparar algún elemento o bien para sustituir algún equipo.

De las instalaciones analizadas más de la mitad de ellas están clasificadas como PER 1, es decir, con rendimientos globales inferiores al 51.4 %. Esto implica la existencia de un gran potencial de mejora. Con esta clasificación se muestra en qué instalaciones el potencial de mejora es mayor en lo que a rendimiento de la instalación se refiere. Sin embargo, no siempre interesa concentrar los esfuerzos en las instalaciones menos eficientes. Para tener todos los datos para la evaluación es necesario contemplar también las horas de funcionamiento de la instalación, la energía total consumida y la potencia de los equipos instalados.

Dicho de otra manera, se trata de evaluar el total de energía susceptible de ser ahorrada tras la intervención en la instalación. Esta energía será lo que justifique la implantación de medidas de mejoras. Una forma interesante para priorizar las

instalaciones en las que intervenir puede ser la cantidad potencial de energía a ahorrar. Ordenando las instalaciones de esta manera se puede junto con la clasificación energética se pueden concentrar esfuerzos donde mayores potenciales de ahorro existan.

La clasificación energética también permite realizar comparativa entre distintas instalaciones y de un vistazo ver el estado de la eficiencia de éstas. De la misma manera permite el planteamiento de objetivos de manera sencilla e interpretable por usuarios no especializados en estas instalaciones.

---

## CONCLUSIONES

Viendo los resultados del análisis se muestra necesaria la evaluación continua de las instalaciones de bombeo. A parte del seguimiento del funcionamiento en continuo se impone un análisis del desempeño energético y de tendencias. La toma de medidas para el registro se debe integrar con las labores de mantenimiento preventivo. Los resultados de estos análisis y medidas servirán para la planificación del mantenimiento predictivo.

La clasificación energética de las instalaciones propuesta permite la comparación de diferentes grupos de bombeo, y al mismo tiempo, también permite comprar los bombeos de distintas fuentes. Esto ayudaría a la toma de decisiones a la hora de determinar la procedencia de los recursos en aras a la reducción de los costes energéticos asociados, al mismo tiempo que permite penalizar aquellas instalaciones menos eficientes.

---

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Grupo Global Omnium-Aguas de Valencia su afán por apoyar las iniciativas relacionadas con la investigación en el campo del agua y de la energía, marco donde se ubica la presente publicación. Especial agradecimiento al Área de Operaciones de Aguas Potables por su colaboración prestando las instalaciones en las que se han realizado los ensayos.

---

## REFERENCIAS

Gómez, P., García-Serra, J., Soriano, J., Giner, C. 2015. Procedimiento para la selección de la estrategia de regulación más adecuada en estaciones de bombeo. *Jornadas de Ingeniería del Agua, octubre 21-22, Córdoba, España, 1191-1202.*

Giner, C., Gómez, P., Sanz, F., García-Serra, J., Soriano, J. 2015. Auditoría Energética de estaciones de bombeo. Caso de Estudio. *Jornadas de Ingeniería del Agua, octubre 21-22, Córdoba, España, 641-654.*