

# Uso eficiente de energía en estaciones de bombeo y su impacto en el consumo energético del organismo operador de agua

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua  
Coordinación de Desarrollo Profesional e Institucional – Certificación de Personal

Ing. Ángel Saúl Reyes Lastiri - [saul\\_reyes@tlaloc.imta.mx](mailto:saul_reyes@tlaloc.imta.mx)  
M.C. Mario Rafael Jiménez López – [mjimenez@tlaloc.imta.mx](mailto:mjimenez@tlaloc.imta.mx)  
M.T. Antonio Romero Castro – [aromero@tlaloc.imta.mx](mailto:aromero@tlaloc.imta.mx)

## Resumen

La Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE) tiene como objetivo propiciar el uso sustentable de la energía mediante la utilización óptima de la misma en todos sus procesos y actividades, desde su generación hasta su consumo. Dicha Ley faculta a la Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee), a elaborar y mantener el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (Pronase). Los ejes de acción que contempla el Pronase son: Iluminación, Transporte, Equipos del Hogar, Cogeneración, Edificaciones, Motores Industriales y Bombas de Agua.

“Los Organismos Operadores de Agua (OOA) potable y saneamiento en todo el país enfrentan retos comunes, incluyendo los costos crecientes, el deterioro por el paso del tiempo de la infraestructura, los cada vez más estrictos requerimientos legales, el incremento de la población y una fuerza de trabajo que cambia rápidamente”.<sup>1</sup>

Si a esto añadimos que hasta el 60% de la energía generada es consumida por motores e instalaciones eléctricas, la operación de los pozos representa una actividad importante para el ahorro de energía en los sistemas de bombeo. Podemos mencionar que aquellos OOA que hacen un buen uso de la energía, abaten los costos de operación utilizando adecuadamente los equipos (buenas prácticas), empleando motores eficientes y proporcionando mantenimiento (buenas prácticas) y tecnología apropiada. Esto propicia tener instalaciones direccionadas hacia el uso eficiente de energía.

Considerando que el desarrollo de capacidades en los trabajadores de los OOA es una pieza clave para impulsar la competitividad del país y apoyar al Sistema Nacional de Competencias (SNC), la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento (ANEAS) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) promueven la certificación de competencias laborales, a fin de elevar la competitividad de los OOA y la calidad en la prestación de los servicios de agua en México.

A través de la evaluación de competencias laborales se demuestra por medio de evidencias que un trabajador cuenta con los conocimientos, habilidades, destrezas y comportamientos para ejecutar la función definida en un Estándar de Competencia (EC) con un alto nivel de desempeño. Los EC que apoyan el uso eficiente de la energía son: 1) Mantenimiento electromecánico a una estación de bombeo de agua potable, 2) Vigilancia de la operación de una estación de bombeo de agua potable y 3) Control de la eficiencia energética en la

---

<sup>1</sup> Gestión eficiente de los OOA. *Manual para los organismos operadores de agua y aguas residuales*, 2012.

operación de las estaciones de bombeo de agua potable, por lo que se consideran una herramienta indispensable al logro de los objetivos de la LASE.

**Palabras clave:** Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, uso eficiente de energía, consumo energético, organismo operador de Agua (OOA), Estándares de Competencia con enfoque de eficiencia energética.

## Introducción

La Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, que tiene como objetivo propiciar la explotación sustentable de la energía mediante el uso óptimo de la misma en todos sus procesos y actividades, desde su generación hasta su consumo, fue publicada en el *Diario Oficial de la Federación* (DOF) el 28 de noviembre del 2008 y faculta a la Secretaría de Energía, por conducto de la Conuee, a elaborar y mantener el Pronase. Dicho documento, a su vez publicado en el DOF el 27 de noviembre de 2009, tiene definida una estrategia integral para capturar el potencial de ahorro de energía a través de acciones costo-efectivas de mediano y largo plazos.

Los ejes de acción que contempla el Pronase son: Iluminación, Transporte, Equipos del Hogar, Cogeneración, Edificaciones, Motores Industriales y Bombas de Agua.

Considerando que “Bombas de Agua” es uno de los ejes de acción del Pronase, y que el objetivo asignado a éste es “incrementar la eficiencia en los sistemas de bombeo de agua” a través de “la rehabilitación de los sistemas de bombeo existentes”, esto resulta congruente con el principio del IMTA sobre el “respeto al medio ambiente”, al proteger y en especial conservar el buen uso del agua, ya que son parte esencial de la orientación de nuestro trabajo. Conservando y respetando el medio ambiente, contribuimos al desarrollo sustentable de México, por lo que en el sector hídrico es importante apoyar las tareas asignadas al rubro de “las bombas de agua” establecidas en el Pronase.

El Pronase deriva de los siete ejes de acción 26 líneas de trabajo, de las cuales dos fueron asignadas al tema “Bombas de Agua”, y consideran:

- Fortalecer el programa de apoyo para la rehabilitación de sistemas de bombeo agropecuario.
- Establecer un programa de apoyo para la rehabilitación de sistemas de bombeo municipal.

Las 26 líneas de trabajo consideradas por Pronase se agrupan en tres conjuntos, como se aprecia a continuación:

1. Lineamientos al sector público (lineamientos para la adopción de tecnologías eficientes, programas de información y difusión de mejores prácticas, entre otros).
2. Programas enfocados en usuarios finales de energía (como normalización y apoyo a grupos marginados).
3. Desarrollo de capacidades en materia de eficiencia energética (por ejemplo: realización de campañas de promoción, desarrollo de personal profesional/técnico).

Este último, menciona que el desarrollo de capacidades en materia de eficiencia energética es una pieza clave para impulsar la competitividad del país y apoyar al SNC. Por lo mismo, la ANEAS y el IMTA impulsan la certificación de competencias laborales a fin de elevar la competitividad de los OOA y la calidad en la prestación de los servicios de agua en México.

A través de la evaluación de competencias se demuestra, por medio de evidencias, que la persona cuenta con los conocimientos, habilidades, destrezas y comportamientos para ejecutar la función definida en un estándar de competencia con un alto nivel de desempeño.

Como preámbulo a lo anteriormente dicho, en octubre del 2010 se integró el Comité de Gestión por Competencias del Sector Hídrico (CGCSH), bajo el modelo del Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (Conocer), el cual estuvo presidido por el IMTA, y a partir del 18 de octubre la presidencia la tiene la ANEAS. De dicho Comité forman parte la Comisión Nacional del Agua, la Asociación Nacional de Usuarios de Riego, la Asociación Nacional de Especialistas en Irrigación y la Asociación Mexicana de Hidráulica.

El CGCSH ha aprobado y publicados en el DOF, a la fecha, 18 EC, tres de ellos con enfoque de ahorro y uso eficiente de la energía, lo cual puede traer beneficios considerables en los OOA, pues dentro de sus costos de operación, el de energía eléctrica representa entre el 30 y 60 por ciento.<sup>2</sup> Por lo que

“Los organismos operadores de agua potable y saneamiento en todo el país enfrentan retos comunes, incluyendo los costos crecientes, el deterioro por el paso del tiempo de la infraestructura, los cada vez más estrictos requerimientos legales, el incremento de la población, y una fuerza de trabajo que cambia rápidamente”.<sup>3</sup>

Si a esto añadimos que “La escasez de recursos económicos y el cambio continuo del personal, han provocado que gran parte de los OOA en el país, presenten deficiencias operativas para el cumplimiento de sus objetivos”;<sup>4</sup> y que hasta el 60% de la energía generada es consumida por motores e instalaciones eléctricas, la operación de los pozos representa un aspecto importante para el ahorro de energía en los sistemas de bombeo.

Tomando como base la experiencia de haber visitado y revisado las tareas que desempeñan los puestos de vigilante/bombero, técnico electromecánico y supervisor en pozos de agua potable en diferentes OOA del país, podemos mencionar que aquellas estaciones de bombeo que hacen un buen uso de la energía abaten los costos de operación, utilizando adecuadamente los equipos (buenas prácticas); asimismo, empleando motores eficientes, proporcionando mantenimiento (buenas prácticas) y tecnología apropiada se tendrán instalaciones eficientes.

---

<sup>2</sup> Informe de proyecto DP1231.3 *Elaboración de estándares de competencia para la evaluación y certificación del personal de Organismos Operadores que se desempeñan en: mantenimiento electromecánico de sistemas de bombeo y re-bombeo, operación y conservación de pozos, diseño y selección de equipos eléctricos.*

<sup>3</sup> Gestión eficiente de los OOA, *op. cit.*

<sup>4</sup> *Ahorro y uso eficiente energía eléctrica.* Conagua, Gerencia de Estudios y Proyectos Agua, Coordinación Electromecánica, 2009.

En el mundo globalizado que hoy enfrentamos es de vital importancia reconocer el papel valioso que tiene el personal que trabaja en los OOA, y con esta premisa el administrar el conocimiento expuesto de los trabajadores. Sin duda alguna, el desarrollo de las competencias del personal en las áreas técnicas deberá ser estratégico.

El mayor valor de los OOA ya no viene de activos físicos como edificios, terrenos o maquinaria; es el conocimiento sistematizado acerca de sus procesos, servicios y productos lo que cada día se convierte en el activo más importante.

El éxito de los OOA va a depender cada vez más de:

- Su capacidad de sistematizar el conocimiento.
- Entrar en un entorno de mejora continua.
- Competir en un mundo globalizado.

Por esta razón,

“No basta con tener información y datos, tener el equipo más costoso, tener procesos certificados. La Administración del Conocimiento (AC) implica la conversión del conocimiento tácito (el que sabe un trabajador específico) en explícito (conocimiento documentado y replicable) para convertirlo en un activo estratégico de la organización. La AC implica la adecuada explotación de datos e información para transformarlos en conocimiento y entendimiento”.<sup>5</sup>

“Es por ello que las personas constituyen ya el eje del progreso”, puesto que “su voluntad y saber hacer serán claves para la promoción de una sociedad con visión de futuro”.<sup>6</sup>

Una herramienta tecnológica que se utiliza de forma globalizada, tanto por países desarrollados como por los que están en vías de desarrollo, son los EC laboral.

Considerando que los EC representan herramientas tecnológicas para la AC, como cualquier otra herramienta, están diseñados para facilitar el trabajo y permitir que los recursos sean aplicados eficientemente intercambiando información y conocimiento dentro y fuera de los OOA, permitiendo generar, acceder, almacenar y transferir el conocimiento existente en la empresa. No es únicamente información que puede ser utilizada como datos relacionados, es en realidad información razonada.

Como apoyo a los OOA en el tema de la eficiencia energética, la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) (Agencia Alemana para la Cooperación Internacional) contrató los servicios del IMTA a fin de coordinar la elaboración de tres EC que determinaron las buenas prácticas de los técnicos/profesionalistas en la operación de los pozos de agua potable para su vigilancia, mantenimiento electromecánico y supervisión.

## **Metodología**

### *Identificación de EC a desarrollar*

---

<sup>5</sup> Valerio, Gabriel. Administración del conocimiento. Revista digital *Posgrado, Investigación y Extensión*, campus Monterrey, octubre 2001. Disponible en: [http://axitia.com/html/administracion\\_del\\_conocimient.html](http://axitia.com/html/administracion_del_conocimient.html)

<sup>6</sup> Gómez, María Edith. *Estudio comparado del proceso de certificación de competencias profesionales en España y México*. Universidad de Valladolid, Facultad de Educación y Trabajo Social, septiembre 2010.

Los temas de los estándares de competencia propuestos al inicio del proyecto fueron: 1) mantenimiento electromecánico de sistemas de bombeo y rebombeo, 2) operación y conservación de pozos, y 3) diseño y selección de equipos eléctricos.

**Tabla 1. Desarrollo de EC relacionados con el uso eficiente de la energía en estaciones de bombeo. I: Identificación de actividades, II: Pruebas piloto.**

Lugar	OOA	Fecha lista	Nombre Evento	E1	E2	E3	CP	IA	EEC	PP	P
León, Gto.	SAPAL	3-7 sep.	Reunión GTES	x	x	x	x	x			3
Querétaro	CEA	27-29 sep.	Reunión GTEFI	x	x	x	x	x	x		15
Jiutepec	SCAPSJ	3 y 4 oct.	Reunión GTEFI			x	x	x	x		4
Chetumal	CAPA	27-29 sep.	Reunión GTEFI	x	x	x	x	x	x	x	21
Puebla	varias	21-23 nov.	Curso uso EE	x	x	x	x				13
Jiutepec	SCAPSJ	4 dic.	Reunión GTEFI	x	x		x			x	10
Actopan	CAASA	6 dic.	Reunión GTEFI			x	x			x	7
CP. Capacitación del proceso, IA. Identificación de actividades, EEC. Elaboración de EC/TE/IEC, PP. Pruebas piloto, E. Estándar, GTES. Grupo técnico de expertos en el sector, GTEFI. Grupo técnico de expertos en la función individual.											73

Fuente: análisis de los autores.

Se llevó a cabo un análisis de las funciones individuales realizadas por los expertos del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado (SAPAL) de León, Gto., considerado para fines de este trabajo el organismo operador de referencia, y se determinó que estas funciones en parte se encuentran en los temas de los EC propuestos en el proyecto.

Los temas identificados fueron: 1) mantenimiento electromecánico a una estación de bombeo de agua potable, 2) vigilancia de la operación de una estación de bombeo de agua potable, y 3) control de la eficiencia energética en la operación de las estaciones de bombeo de agua potable.

<b>Figura 1. Tren de descarga en un pozo de agua potable en Puebla.</b>	<b>Figura 2. Centro de control del Motor en OOA en Puebla.</b>
---	--



**Figura 3. Motor vertical externo en OOA en Puebla.**



**Figura 4. Tren de descarga en un pozo de agua potable en Puebla.**



*Desarrollo de los EC identificados y aprobados*

En agosto del 2012 se da inicio al proyecto para concluirlo en la primera semana de diciembre del mismo año. Las actividades programadas se aterrizaron en siete rubros desarrollados en 16±2 semanas, como se detallan a continuación:

Actividad principal	Tareas	Tiempo/RH
Preparación del borrador del EC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Búsqueda bibliográfica y análisis de información.</li> <li>Registro de información en formato de EC.</li> <li>Elaboración del borrador del EC.</li> </ul>	Dos semanas. Coordinador del Proyecto
Preparar recursos para la elaboración de mapa funcional, EC, Instrumento EC y TE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar a los integrantes del Grupo Técnico de Experto en el Sector (GTES) y Grupo Técnico Experto en la Función Individual (GTEFI).</li> <li>Elaborar formato para registro del GTEFI (datos generales y experiencia).</li> <li>Elaborar presentación para inducción del GTES y GTEFI.</li> <li>Elaborar formato para mapa funcional del EC propuesto.</li> <li>Elaborar formato para registro de asistencia (acta-minuta).</li> </ul>	Dos semanas. Coordinador del Proyecto

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar formato para determinar el nivel del EC.</li> <li>• Preparar formato para vaciado de EC, IEC y TE.</li> <li>• Envío de invitaciones y confirmación de asistencia a GTES y GTEFI.</li> </ul>	
Reuniones del GTES y GTEFI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de asistencia y minuta de reunión.</li> <li>• Registro de experiencia y datos generales del GTEF.</li> <li>• Inducción para elaborar el MF.</li> <li>• Obtención de mapa funcional.</li> <li>• Inducción para elaborar el EC, IEC y TE.</li> <li>• Presentación del borrador de EC.</li> <li>• Obtención de los elementos de competencia.</li> <li>• Determinación del nivel de competencia del EC.</li> <li>• Validación de la propuesta del EC.</li> <li>• Obtención de lo requisitado en la TE.</li> <li>• Obtención de los reactivos de conocimiento.</li> <li>• Validación de la propuesta del IEC.</li> </ul>	Cuatro semanas. Coordinador del Proyecto
Preparar recursos para pruebas piloto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar los contactos para la realización de las pruebas piloto.</li> <li>• Solicitar el apoyo para las pruebas piloto.</li> <li>• Preparar los materiales para las pruebas piloto (EC, IEC, informe resultados).</li> </ul>	Una semana. Coordinador del Proyecto
Actividad principal	Tareas	Tiempo/RH
Reuniones para la prueba piloto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de asistencia y minuta de reunión.</li> <li>• Registro de experiencia y datos generales de evaluadores y candidatos.</li> <li>• Inducción a evaluadores y candidatos para la aplicación de la prueba piloto.</li> <li>• Conducir la aplicación de la prueba piloto.</li> <li>• Presentación al GTEF el resultado del IEC después de las pruebas piloto.</li> </ul>	Tres semanas. Coordinador del Proyecto
Preparación de carpeta de proyecto de EC. Integración de expediente para entrega oficial al Conocer del EC y su IEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar solicitud de aprobación a Comité Técnico del Conocer.</li> <li>• Elaboración de ficha técnica del proyecto de EC.</li> <li>• Elaboración de mapa funcional.</li> <li>• Captura de EC en formato de Conocer.</li> <li>• Captura de TE en formato de Conocer.</li> <li>• Captura de IEC en formato de Conocer.</li> <li>• Elaboración de cartas de derecho de autor.</li> <li>• Elaboración de datos generales de los autores.</li> <li>• Elaboración de oficio para uso del registro de marca y diseño.</li> <li>• Anexar copia escaneada del cintillo de logos.</li> <li>• Preparación de nota técnica del EC.</li> <li>• Verificación de soporte documental.</li> <li>• Preparación de disco en CD como medio magnético.</li> <li>• Una semana Entrega de carpeta de proyecto a Conocer para su publicación.</li> <li>• Recepción de carpeta de proyecto de EC vs. verificación soporte documental.</li> <li>• Ajustes y/o adecuaciones sugeridas por Conocer (si aplica).</li> <li>• Aviso de aceptación del proyecto de EC por Comité Técnico del Conocer.</li> </ul>	Cuatro semanas. Coordinador del Proyecto
Total		16 semanas

Las versiones de los tres estándares de competencia desarrollados se enviaron al personal especialista del Conocer para su revisión; todos sus comentarios y recomendaciones fueron atendidos.

### *Gestión para la aprobación de los EC desarrollados por parte del CGCSH*

Dentro del marco de la XXVI Convención Anual y Expo ANEAS 2012, celebrada el 18 de octubre de 2012 en el Centro de Congresos de la ciudad de Querétaro, se llevó a cabo la Tercera Sesión Ordinaria 2012 del CGCSH, en la cual se presentaron y fueron aprobadas las tres propuestas de EC desarrollados por el grupo técnico de expertos asignados por el CGCSH.

El 11 de diciembre de 2012 se entregó al Conocer la documentación requerida para cada uno de los EC, para que se tramitara su aprobación ante el Comité Técnico del CONOCER y, en un paso siguiente, su publicación en el DOF.

Las partes del EC para “Mantenimiento electromecánico a una estación de bombeo de agua potable”, quedaron de la siguiente manera:

#### **Estándar de Competencia**

Mantenimiento electromecánico a una estación de bombeo de agua potable.

#### **Elemento 1 de 2**

Preparar los recursos para realizar el mantenimiento electromecánico a una estación de bombeo de agua potable.

#### **Elemento 2 de 2**

Realizar el mantenimiento electromecánico a una estación de bombeo de agua potable.

Las partes del EC para “Vigilancia de la operación de una estación de bombeo de agua potable”, quedaron de la siguiente manera:

#### **Estándar de Competencia**

Vigilancia de la operación de una estación de bombeo de agua potable.

#### **Elemento 1 de 2**

Recorrer las instalaciones de una estación de bombeo de agua potable.

#### **Elemento 2 de 2**

Revisar los parámetros de operación en una estación de bombeo de agua potable.

Las partes del EC para “Control de la eficiencia energética en la operación de las estaciones de bombeo de agua potable”, quedaron de la siguiente manera:

#### **Estándar de Competencia**

Control de la eficiencia energética en la operación de las estaciones de

#### **Elemento 1 de 4**

Identificar los parámetros de operación de las estaciones de bombeo de agua

---

bombeo de agua potable.

---

potable.

---

**Elemento 2 de 4**

Calcular los parámetros de operación de las estaciones de bombeo de agua potable.

---

**Elemento 3 de 4**

Evaluar los parámetros de operación de las estaciones de bombeo de agua potable.

---

**Elemento 4 de 4**

Determinar el mantenimiento correspondiente en las estaciones de bombeo de agua potable.

## Conclusiones

Los problemas en el subsector agua potable y saneamiento requieren acciones de mejora en varios componentes. Uno de ellos debe ser a través de capacitación, evaluación y certificación con base en EC laboral. El IMTA participó cuando especialistas en hidráulica fueron asignados como coordinadores de grupos técnicos para la elaboración de EC; ahora, también en el tema “Eficiencia Energética”, en un proyecto con la GIZ y la ANEAS, se desarrollaron tres.

Durante el desarrollo de EC, se contó con la participación de los técnicos de los OOA y comisiones estatales de agua (CEA). En todos los casos siempre fue profesional, notándose el interés de algunos en participar como instructores y, de la mayoría, en ser evaluadores con base en estos EC.

Durante el desarrollo de la documentación soporte para integración de los EC, se observó que el personal técnico que otorgó su apoyo mostró interés en asociar lo comprendido en la capacitación con las actividades que realizan en sus ámbitos, y orientó a los coordinadores del proyecto para que anotaran las características de las tareas de la mejor manera posible. Asimismo, una vez integrados los estándares, los técnicos en general reconocieron que las operaciones que hacen pueden mejorarse sin la necesidad de hacer gastos significativos.

La cooperación de los OOA y CEA en el desarrollo de los tres EC fue de fundamental importancia. Para ejercicios posteriores, se recomienda aplicar un esquema de trabajo que compense apropiadamente este apoyo.

La cantidad de puestos que realizan las funciones indicadas en los EC desarrollados: Mantenimiento electromecánico a una estación de bombeo de agua potable, Vigilancia de la operación de una estación de bombeo de agua potable y Control de la eficiencia energética en la operación de las estaciones de bombeo de agua potable, se estima en el orden de 42,000, 40,000 y 10,000, respectivamente, de los cuales se considera que pueden certificarse un 10% de manera prorrateada en los próximos tres años.

## Referencias bibliográficas

- Banco Interamericano de Desarrollo. Evaluación para sistemas de bombeo de agua. *Manual de mantenimiento*. Iniciativa de Agua y Saneamiento e Iniciativa de Energía Sostenible y Cambio Climático. Washington DC: Banco Interamericano de Desarrollo, 2011.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Secretaría General, Secretaría de Servicios Parlamentarios, Centro de Documentación, Información y Análisis. Ley para el aprovechamiento sustentable de la energía. México: *Diario Oficial de la Federación*, 28 noviembre, 2008.
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía; Watergy México A. C. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. *Estudio de Sistemas de Bombeo Agropecuario en México*, 2011.
- \_\_\_\_\_. *Estudio Integral de Sistemas de bombeo de Agua Potable Municipal*, 2011.
- Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales. *Arquitectura para el desarrollo de estándares de competencia (EC)*. México: Conocer.
- \_\_\_\_\_. *Reglas generales y criterios para la integración y operación del Sistema Nacional de Competencias*. México: Conocer, 2009.