



Señales de cambio en el tránsito hacia una empresa de base tecnológica del sector hidráulico

Signs of change in the transition towards a technology-based company in the hydraulic sector

José Antonio Hernández Álvarez ^{1,*} <https://orcid.org/0009-0001-7372-120X>

Antonio Monzón Sánchez ¹ <https://orcid.org/0000-0003-0167-5547>

¹OSDE Agua y Saneamiento, Cuba.

*Autor para la correspondencia: tony@ays.cu

RESUMEN

El artículo tuvo como objetivo presentar las señales de cambio favorables en la Unidad Empresarial de Base para Servicios Técnicos, única organización empresarial con fines productivos subordinada a una Organización Superior de Dirección Empresarial: OSDE Agua y Saneamiento. Una investigación doctoral en proceso evalúa la gestión del cambio soportado en la gestión del conocimiento y la innovación abierta como alternativa viable para acelerar el cambio hacia una organización empresarial de base tecnológica (PYMEBT). En una etapa de concepción, implementación y despliegue si bien no ha logrado un impacto en la gestión si evidencia señales de cambio favorables que ratifican la conveniencia de los procedimientos y métodos que se emplean en la Organización. Como resultado principal se destaca la concepción de un modelo conceptual y su herramienta metodológico que de manera integral gestiona la estrategia de los procesos clave de acuerdo con la etapa del ciclo de vida empresarial.

Palabras clave: empresa de base tecnológica; cuadro de mando integral; gestión de la tecnología y la innovación; innovación abierta; gestión del conocimiento.

ABSTRACT

The article aimed to present the favorable signs of change in the Base Business Unit for Technical Services, which is the only productive business organization directly

subordinated to a Superior Business Management Organization, in this case, the Water and Sanitation Sector. Doctoral research in progress assesses change management supported by knowledge management and open innovation as a viable alternative to accelerate the transition towards an independent technology-based business organization (PYMEBT). The research, at a stage of conception, implementation, and deployment, although it has not achieved an impact on management, does show favorable signs of change that confirm the adequacy of the procedures, methods, and tools used in the Organization. The main result highlights the conception of a conceptual model and its methodological toolkit that comprehensively manages the strategy.

Keywords: technology-based company; balanced scorecard; technology and innovation management; open innovation knowledge management.

Recibido: 06/05/25

Aprobado: 02/11/25

Introducción

En el mundo empresarial actual la innovación se ha convertido en un factor clave para el desarrollo. Aspectos como: la inteligencia artificial, la biotecnología, las energías renovables, la internet de las cosas, la big data y otras tecnologías emergentes aceleran el ritmo de los acontecimientos. La innovación se vuelve cada vez más centrada en la tecnología y los modelos asociados se enfocan más en esquemas de colaboración con la academia y organizaciones diversas.

En este contexto, los modelos de innovación han evolucionado desde los años 50 con el modelo de empuje tecnológico hasta la actual década con los modelos de «*open innovator*» los que dan mayor preponderancia, como su nombre lo indica, a la innovación abierta enfocándose a la creación de condiciones a individuos para que innoven libremente. Diversas investigaciones han incursionado en el tema de la innovación, entre los más recientes a nivel internacional pueden citarse: [13; 16; 17] y a nivel local [1; 2; 3], a este nivel y por su trascendencia en [4; 5] se expone una investigación que persigue el despliegue de una gestión del gobierno basada en ciencia e innovación. Por su parte, Monzón (2015) realizó una investigación sobre las empresas de base tecnológicas (EBT) en el sector hidráulico cubano referente para nuevas investigaciones en este sector [9].

En consonancia con lo anteriormente expuesto, tres pilares constituyen el principio de la gestión, a saber: la ciencia y la innovación, la informatización de la sociedad y la comunicación social.

En correspondencia con lo anteriormente expuesto, la Organización Superior de Dirección Empresarial (OSDE) Agua y Saneamiento, no escapa a la necesidad de innovar continuamente y es por ello que, en diciembre de 2020 se aprueba de manera excepcional mediante la Resolución No. 149/2020 del Ministerio de Economía y Planificación por un periodo de hasta cuatro (4) años¹ el siguiente objeto social: brindar servicios de diagnósticos, proyección y preparación técnica de reparaciones y rehabilitaciones moderadas sobre la infraestructura hidráulica, destinada al abasto de agua potable y el saneamiento. Con el objetivo de garantizar el cumplimiento del referido objeto social se aprueba entonces la creación de la Unidad Empresarial de Base para Servicios Técnicos (UEB ST) mediante la Resolución 124/ 2021 de la OSDE Agua y Saneamiento.

La misión radica en: crear valor y diferenciación para la organización mediante la ejecución de servicios con soluciones oportunas e innovadoras, que mejoren la gestión técnica de los sistemas de abasto de agua y saneamiento, cumpliendo los requisitos del cliente y las expectativas de los usuarios, con un colectivo competente y solidario.

En correspondencia con la aprobación anterior, la mencionada estructura empresarial realiza una investigación aplicada para acelerar el tránsito de la mencionada estructura hacia una empresa de base tecnológica. Así el objetivo del presente artículo consiste en mostrar las señales de cambio positivas que la UEB de Servicios Técnicos ha hecho posible para contribuir a la mejora de la gestión técnica de los sistemas de abasto de agua y saneamiento.

Métodos

Con la finalidad de acelerar el tránsito hacia una empresa de base tecnológica se concibió una estrategia empresarial a tres años (2021-2024) la que se ha soportado en la gestión intensiva de la tecnología y la innovación y cuyo núcleo lo constituye la gestión del conocimiento. Se consideran además las normativas actuales en materia de gestión de la calidad y la innovación [11; 12; 14: 15].

En adición el Cuadro de Mando Integral (CMI) con sus cuatro perspectivas constituye la herramienta principal para el control de la gestión. De acuerdo con [6], profesionalizar la gestión debería ser una prioridad para cualquier empresa que desee crecer en su ambiente competitivo.

En este contexto, la UEB de referencia se encuentra en una etapa de supervivencia dentro del ciclo de vida (ver figura 1). Aunque esta ha rebasado la planificación esperada se evidencian señales de cambio que las distingue de organizaciones

¹ Recientemente, en mayo de 2024 se aprobó una última y definitiva prórroga hasta junio de 2026.

SEÑALES DE CAMBIO EN EL TRÁNSITO HACIA UNA EMPRESA DE BASE TECNOLÓGICA DEL SECTOR HIDRÁULICO

similares dentro del sector hidráulico al aplicar un modelo de gestión empresarial haciendo uso intensivo de la gestión de la tecnología y la innovación en un agresivo entorno donde la resiliencia empresarial resulta un imperativo cotidiano.

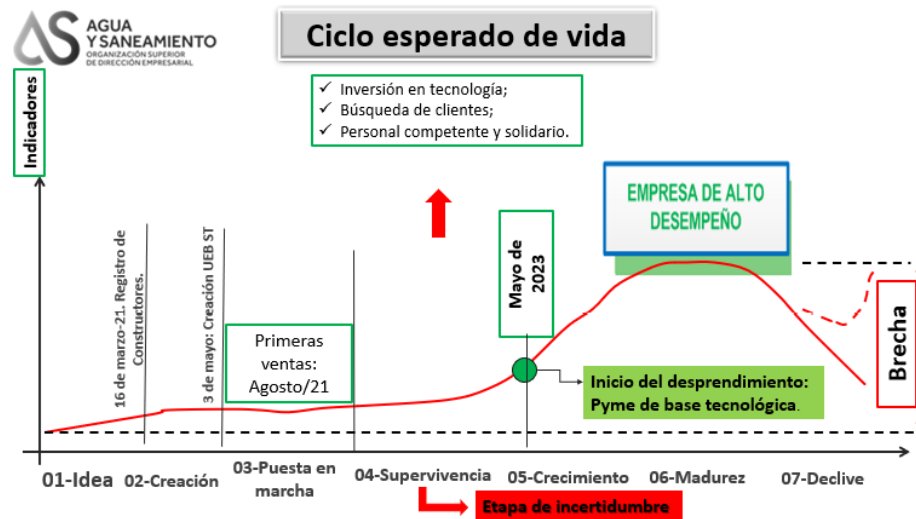


Fig. 1 - Ciclo de vida esperado para la UEB de Servicios Técnicos. (Línea base).

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2 se presenta un modelo conceptual que posee los principios de actuación siguientes:

- 1) La contratación por pluriempleo a personal externo proveniente del sector académico y de otras organizaciones empresariales como fuente de ideas y conocimientos actualizados.
- 2) El usuario del producto final: el agua, como colaborador insustituible en la etapa de diagnóstico, evaluación y de retroalimentación.
- 3) La aceptación del error a quienes se esfuerzan por lograr la innovación.
- 4) El conocimiento debe ser explicitado y compartido, incluso aquel derivado del conocimiento experiencial.
- 5) El know how en la partida de las fichas de costo de los servicios prestados.
- 6) La gestión del conocimiento (GC) como centro de la gestión empresarial y la innovación abierta (OI) como modelo de innovación.

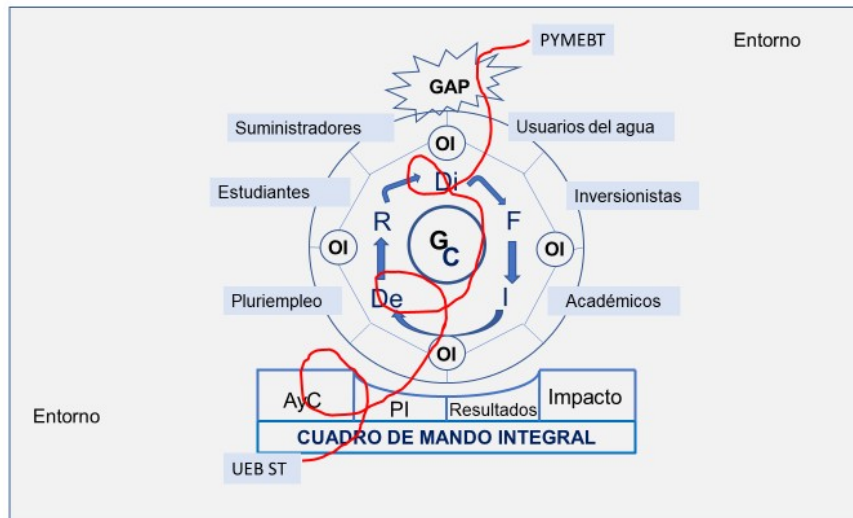


Fig. 2 - Modelo conceptual en proceso de concepción.

Fuente: Elaboración propia.

Asociado al modelo y como resultado de este, en la figura 3 se muestra un esquema simplificado de los tres procedimientos específicos aplicados a toda la gestión empresarial que consta con cinco etapas:

- **Etapa 1:** diagnóstico y evaluación (Di): el procedimiento de manera integral parte de un diagnóstico para cada uno de los procesos principales ya sea, de la estrategia empresarial, de la gestión tecnológica o del estado actual de un sistema de abasto y saneamiento.
- **Etapa 2:** formulación estratégica (F): la estrategia empresarial tiene un carácter inclusivo y abarca desde la gestión estratégica asociada a la gestión tecnológica y la estrategia con fines prácticos hacia el mejoramiento de los sistemas de abasto existentes. En cualquier caso la estrategia se enmarca en un período de tres años y el control de su gestión se realiza a través de un Cuadro de Mando Integral [7; 8] donde los indicadores asociados se enmarcan de manera particular dentro de cada etapa del ciclo de desarrollo esperado y no resulta factible pasar a la siguiente etapa del ciclo de vida si no se cumplen satisfactoriamente estos indicadores enmarcados por perspectivas donde la de aprendizaje y crecimiento se le asignan los mayores pesos por su importancia relativa. En esta ETAPA y dentro de la gestión tecnológica se definen los gestores de las tecnologías distintivas identificadas quienes se encargan de mejorar y optimizar las mismas utilizando entre otras herramientas las funciones de Morin referentes a la gestión tecnológicas [10].

- **Etapas 3:** implementación (I): esta etapa abarca toda la concepción y elaboración de la documentación referida a los procesos señalados, siempre integradas al Sistema de Gestión de la Calidad. En esta ETAPA
- **Etapas 4:** despliegue y control (De): etapa que se soporta en un CMI con sus cuatro perspectivas: aprendizaje y crecimiento (AyC); procesos internos (PI); resultados e impacto.
- **Etapas 5:** retroalimentación (R): la etapa final y antes del comienzo de un nuevo ciclo se caracteriza por la toma de acciones preventivas, correctivas y levantamiento de las oportunidades de mejora para la organización.

Como novedad del procedimiento, cabe resaltar que para cualquiera de los tres procesos identificados se cumplen las mismas etapas desde el diagnóstico y la evaluación hasta la retroalimentación donde en cada caso se toman las medidas correctivas y preventivas para iniciar un nuevo ciclo de desarrollo.

Finalmente, dos conceptos resultan claves para el despliegue del procedimiento anterior² aplicables a la gestión técnica de un sistema de abasto y saneamiento. Estos son:

Rehabilitación moderada: Acción parcial y no invasiva, derivada de un diagnóstico sobre el sistema, para devolverle a este su eficiencia de acuerdo con su diseño original y con mejoría a futuro. La rehabilitación moderada es contentiva en principio de la sectorización de la red de abasto y puede incluir la rehabilitación propiamente dicha de tuberías, renovación de estas y/o ampliación según exijan las condiciones del sistema. La rehabilitación es moderada pero integral: abasto, alcantarillado y drenaje pluvial.

² Ambos conceptos han sido discutidos y aprobados en CTA del INRH y de la OSDE Agua y Saneamiento y forman parte del protocolo de trabajo actual en la OSDE AyS y otras empresas del sector hidráulico.

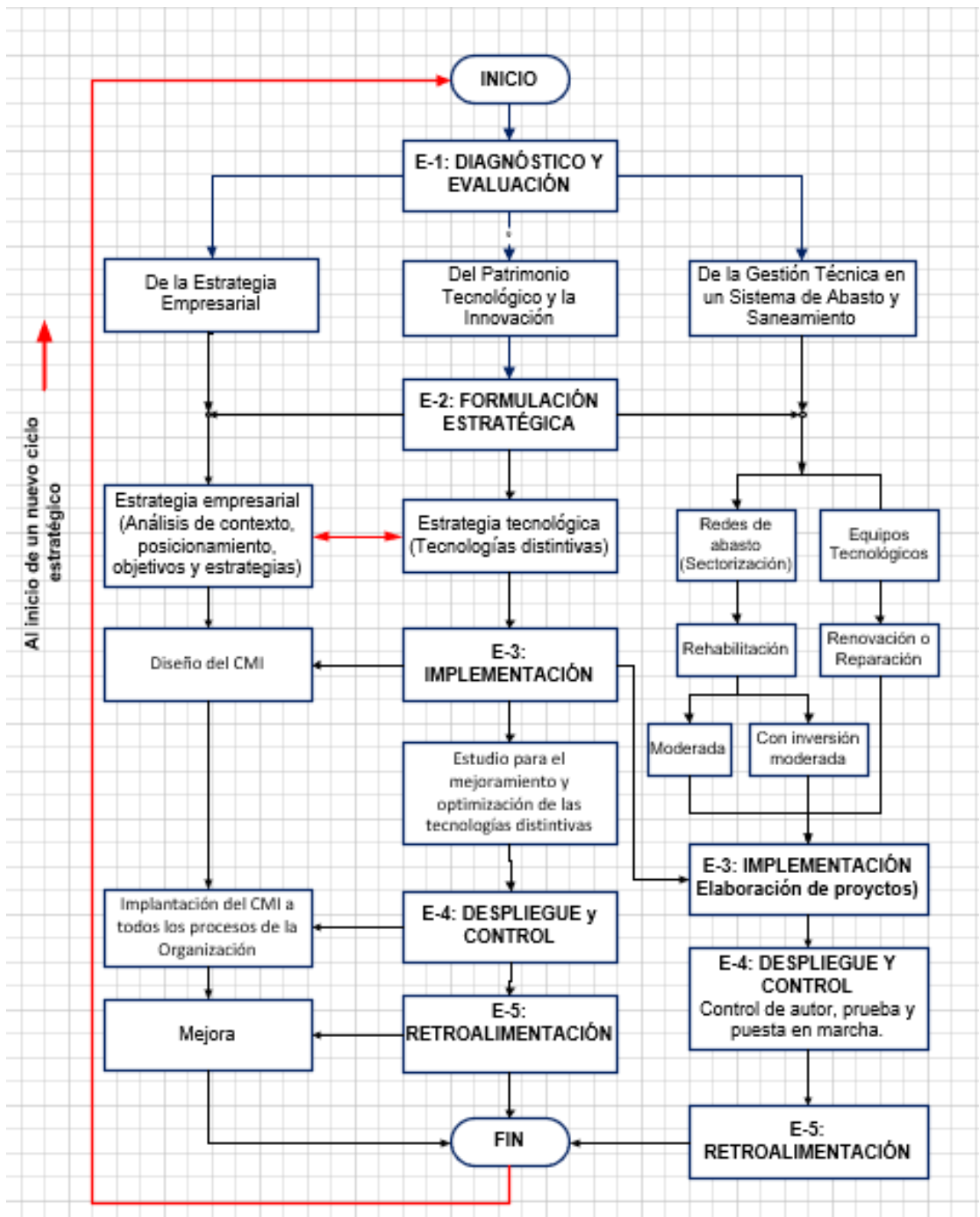


Fig. 3 - Esquema simplificado de los procedimientos para la estrategia empresarial, la gestión de la tecnología y la innovación y para la gestión técnica en un sistema de abasto y saneamiento.

Rehabilitación con inversión moderada: cuando no es posible realizar una rehabilitación moderada resultado de un diagnóstico sobre el sistema, se adopta el criterio propio de rehabilitación con inversión moderada y que consiste en que teniendo como premisa la sectorización de la red de abasto, esta se proceda a renovar en su totalidad dentro de los límites del sector establecido, constituyendo así una medida de carácter organizativo indispensable.

Resultados

Se muestran como evidencia de las señales de cambio favorables que se suceden en la Organización en investigación una serie de avances y logros alcanzados durante el periodo comprendido desde la creación de la UEB de Servicios Técnicos y hasta la actualidad dentro del periodo enmarcado como etapa de supervivencia. Estos logros y avances con seguimiento y control de indicadores de diversa naturaleza, y luego de la aplicación de los procedimientos incorporados en la gestión, pueden resumirse en:

a) Señales de cambio en la rehabilitación moderada luego de la aplicación de las cinco etapas del procedimiento para la gestión técnica de un sistema de abasto y saneamiento.

El procedimiento para la rehabilitación moderada constituye la innovación más importante desarrollada en la UEB de Servicios Técnicos con un impacto en lo económico y lo social. El mismo ha venido desarrollándose en base a dos alternativas posibles de acuerdo a los conceptos explicados de rehabilitación moderada y de rehabilitación con inversión moderada. En la tabla 1 se muestran los trabajos ejecutados en este sentido, así como los resultados alcanzados.

Tabla 1 - Rehabilitaciones realizadas según procedimiento propio de la UEB ST para la rehabilitación moderada.

Nº	Sistema	Longitud de redes (km)	Longitud de red a renovar (km)	% de renovación	Costo evitado (CUP)
1	Santa Clara	235	129	55%	7 687 680
2	Artemisa	80	10	13%	5 003 544
3	Pinar del Río	230	24	10%	15 011 360

4	Madruga	27	3	11%	1 739 192
5	Mariel	38	10	10%	1 956 864
Total		610	176	28,85	31 398 640

Fuente: UEB Servicios Técnicos. OSDE AyS (2023).

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla 1 en solo cinco (5) sistemas de abasto se han ahorrado un total de 434 km de tuberías al aplicar el procedimiento específico para la rehabilitación moderada. El ahorro estimado en inversiones supera los 31 millones de pesos.

b) Señales de cambio en el ajuste y mejoramiento de la eficiencia energética en estaciones de bombeo (de acuerdo a la parte del procedimiento que corresponde a los equipos tecnológicos).

Tabla 2. Impacto en la renovación de equipos de bombeo. Situación inicial.

Nº	Estación de bombeo	Caudal inicio (L/s)	Carga inicio (m)	Potencia inicio (kW)
1	EB Anillo 1	100	90	110
2	EB Tanque Pinar	100	90	110
3	EB Tanque Pinar	50	90	126
4	EB Tuinicú	200	80	1740
5	EB Las Parcelas	100	100	132
6	EB Los Integrales	100	100	132
Total				2350

Fuente: Dirección de Acueducto y Alcantarillado. OSDE AyS (2024).

Tabla 3. Impacto en la renovación de equipos de bombeo. Situación actual.

Nº	Estación de bombeo	Caudal inicio (L/s)	Carga inicio (m)	Potencia inicio (kW)
1	EB Anillo 1	100	90	63
2	EB Tanque Pinar	100	90	63
3	EB Tanque Pinar	50	90	110
4	EB Tuinicú	200	80	1116
5	EB Las Parcelas	100	100	90
6	EB Los Integrales	100	100	90
Total				1532

Fuente: Dirección de Acueducto y Alcantarillado. OSDE AyS (2024). Documento de trabajo.

La correcta aplicación de los procedimientos para la gestión técnica en lo referente a la sustitución de equipos de bombeo permitió disminuir la potencia instalada en solo seis (6) instalaciones de bombeo en 818 kW, lo que favorece, además, el mejoramiento del rango de operación de los equipos y con ellos el alargamiento de su vida útil.

c) Señales de cambio en el cambio de la matriz energética de estaciones de bombeo entre 1 y 10 kW de potencia instalada.

La concepción y diseño de un programa para el cambio de la matriz energética (CME)³ en los sistemas de acueductos del país prevé que se sustituyan 1 312 equipos de bombeo para agua potable menores de 10 kW de potencia por sistemas de bombeo solares con energía fotovoltaica en todo el país; esto representa el 37.4% del total de equipos instalados. La población beneficiada con el proyecto será de 793 mil 287 habitantes, siendo el 9.5% de la población servida en la actualidad.

El monto total del financiamiento asciende a 13.4 MMUSD, con un ahorro anual de 14.8 GWh de electricidad y más de 46.7 MMP de gasto financiero de las empresas implicadas por su pago.

En la actualidad se ejecutan en dos diferenciados lotes, que abarcan un total de 866 equipos que beneficiarán a 569 mil 293 habitantes y un ahorro estimado de 10.3 GWh de energía. El completamiento del programa está previsto en los planes del 2024 y 2025.

Al cierre 23 de junio de 2024, el programa se ejecuta en 19 empresas de Acueducto y Alcantarillado, con 645 sistemas de bombeo solar instalados, de ellos 600 se encuentran prestando servicio, beneficiando a una población de 298 mil 052 habitantes, un ahorro de 5.7 GWh. Además, se trabaja en el montaje de estructuras y paneles de 120 sistemas.

Discusión

Luego de cuatro años de funcionamiento de la UEB de Servicios Técnicos bajo una estrategia empresarial soportada en el uso intensivo del conocimiento, la innovación y la tecnología y bajo un entorno nada favorable, los resultados obtenidos si bien no pueden catalogarse como de impacto a nivel global de la OSDE Agua y Saneamiento y de sus empresas asociadas, si se evidencian señales de cambios favorables en la UEB que merecen ser tenidos en cuenta en la evaluación del desempeño empresarial de la mencionada UEB. Estas señales de cambio de acuerdo a los resultados pueden resumirse en:

- 1) En cinco rehabilitaciones moderadas se ha estimado un costo evitado de más de 31 millones de pesos (moneda total).

³ Estado actual del programa CME en el abasto de agua en Cuba. Documento de trabajo de la OSDE Agua y Saneamiento presentado a la Asamblea Nacional del Poder Popular. La Habana, Cuba. Junio de 2024.

- 2) La disminución de la potencia instalada real en seis estaciones de bombeo ha sido igual a 818 kW con su correspondiente ahorro energético.
- 3) Satisfacción plena de los beneficiados con el cambio de matriz energética en más de 600 comunidades.

Todo lo anteriormente expuesto ha partido de una estrategia de trabajo soportada en una gestión intensiva de la tecnología, cuyo centro, ha sido la gestión del conocimiento sobre la base de un equilibrio de capital humano formado por personal con sabiduría práctica (mayores de 50 años), y jóvenes estudiantes y recién graduados con motivaciones y competencias en el uso de la tecnología.

Si bien, el análisis de las causas que impiden un efecto más significativo y con alcance a toda la Organización no constituyen objetivos del presente artículo, si resulta conveniente enumerar los aspectos más significativos que han impedido un mejor comportamiento, estos son:

- 1) Índice de fluctuación laboral por encima de lo planificado.
- 2) Los niveles de enriquecimiento y optimización de los recursos tecnológicos en lo referente a las tecnologías distintivas no han estado al nivel de lo planificado para la etapa de supervivencia.

Conclusiones

1. En consonancia con una gestión del gobierno basado en ciencia e innovación y en cumplimiento de la Política Nacional del Agua, enfocado a propiciar el desarrollo sostenible y la seguridad de la nación cubana, la investigación en curso ha puesto en evidencia la pertinencia de definir e instrumentar líneas de investigación científica con plena alineación con la gestión empresarial del sector de Agua y Saneamiento en Cuba, de manera que permitan analizar, conceptualizar, diseñar y desplegar de manera efectiva los procesos relacionados con la GTI y así enfrentar los retos cada vez más exigentes del entorno económico-social y productivo y del medio ambiente.
2. Aunque incipiente la investigación en curso, las señales de cambio favorables aquí presentadas muestran que la estrategia elegida sobre la base del uso intensivo de la gestión de la tecnología y la innovación confirman la validez de su aplicación, con énfasis en la innovación abierta.
3. Resulta conveniente ampliar el objeto social de la UEB hacia la concretización de los trabajos que realiza y ejecutar los trabajos de montaje y mantenimientos de nuevos equipos de bombeo sobre la base de la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos cada vez con mayor nivel de actualización, asunto que

puede conducir a convertir la actual UEB ST en una PYME de base tecnológica en el corto plazo.

Referencias

1. Blanco, H. (2019). Treinta años de la empresa estatal en Cuba: recuento y reflexiones sobre su transformación. Centro de Estudios de la Economía Cubana. La Habana, Cuba.
2. Camelo Ordaz, C.; García Cruz, J.; Sousa Ginel, E. (2010). Facilitadores de los procesos de compartir el conocimiento y su influencia sobre la innovación. Cuadernos de Economía y Dirección de Empresas. Nº 42. pp. 113-150. ISSN: 1138-5758.
3. Delgado, M. (2023). Modelos de gestión de innovación: conceptos, enfoques, normas y tendencias. Ingeniería Industrial, 45(1). ISSN: 1815-5936 Vol. XLV. Nº 1. Enero-abril de 2024. La Habana. Cuba.
4. Díaz-Canel, M., Delgado, M. (2020). Modelo de gestión del gobierno orientado a la innovación. Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial, 4(3), 300-321. ISSN: 2664-0856. RNPS 2458. Recuperado de <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/141>
5. Díaz-Canel, M. (2021). Sistema de gestión del gobierno basado en ciencia e innovación para el desarrollo sostenible en Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en ciencias técnicas. Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.
6. Ghiglione, Franco A. (2021). El CMI como herramienta de eficiencia en la gestión empresarial. Revista Ciencias Administrativas. Nº 18, 2021. Revista Digital. Universidad Nacional de La Plata. Argentina. ISSN: 2314-3738. DOI: <http://doi.org/10.24215/23143738e088>. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=511666548008>.
7. Isoraite, M. (2008). The Balanced Scorecard Method: from theory to practice. Mykolas Romeris University. Ateities str.20, LT-08303. Vilnius, Lithuania. JEL Classification: G 390, M190.
8. Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1993). Putting the Balanced Scorecard to Work (2nd Edition). Harvard Business Review, 62. Recuperado de www.hbr.org
9. Monzón, S. A. (2015). La gestión de la tecnología y la innovación en empresas de base tecnológica del sector hidráulico cubano. Tesis doctoral. Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.
10. Morin, J. L. (1985). Excellence Technologique. Les Editions D' Organization. Paris, France.

- 11.NC-ISO 9001:2015. (2015). Sistemas de Gestión de la Calidad-Requisitos. Quinta edición. ONN. La Habana, Cuba.
- 12.NC-ISO 9004:2015. (2015). Gestión para el éxito sostenido de una organización. Enfoque de gestión de la calidad. ONN. La Habana, Cuba.
- 13.Niewöhner, N., Asmar, L., Röltgen, D., Kühn, A., & Dumitrescu, R. (2020). The impact of the 4th industrial revolution on the design fields of innovation management. *Procedia CIRP*, 91, 43–48. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.149>
- 14.OSDE AyS. Dirección de Acueducto y Alcantarillado (2024). Documento de trabajo. La Habana. Cuba.
- 15.ONN. (2022). NC 1307:2022. Gestión de la I+D+i: requisitos del sistema de gestión de la I+D+i. Es una adopción idéntica de la Norma Española UNE 166002 de marzo de 2021. ICS: 03.100.70, 2 edición, febrero. Oficina Nacional de Normalización (ONN); Cuba.
- 16.ONN. NC-ISO 9001:2015. (2015). Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos. (Traducción certificada). 5ta edición. La Habana: Oficina Nacional de Normalización (ONN).
- 17.Pérez Castañeda, M and Álvarez-Aros, E.L. (2022). Estrategias de innovación en pymes: innovación abierta, innovación sustentable y elementos de éxito. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*. Año 10. № 59. Universidad de Coahuila. México. ISSN: 2007-9753. Latindex Folio: 23614.
- 18.Radziwon, A., Chesbrough, H., West, J., & Vanhaverbeke, W. (2023). The future of open innovation. In H. Chesbrough, A. Radziwon, W. Vanhaverbeke, & J. West (Eds.), *The Oxford Handbook of Open Innovation*. Oxford University Press. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/371680343_The_Future_of_Open_Innovation.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

Contribución de cada autor:

José Antonio Hernández Álvarez: Estudio del estado del conocimiento y de la práctica con relación al artículo en cuestión, así como la redacción del mismo.

Antonio Monzón Sánchez: Asesoría general y revisión del artículo.