

Eficiencia energética en dispensadores de agua en la universidad nacional de la matanza

Energy efficiency for water dispensers at universidad nacional de la matanza

Guillermo Miquel ⁽¹⁾; Agustín Juan Lohigorry ⁽²⁾; Luis Enrique Fauroux ⁽³⁾

⁽¹⁾ Universidad Nacional de La Matanza
gmiquel@unlam.edu.ar

⁽²⁾ Universidad Nacional de La Matanza
alohigorry@unlam.edu.ar

⁽³⁾ Universidad Nacional de La Matanza
lfauroux@unlam.edu.ar

Resumen:

Considerando los compromisos asumidos por la Argentina en la situación de crisis climática, la eficiencia energética debe ser un foco de atención en todos los niveles de la educación, como también en los proyectos de investigación y de mejora de los artefactos e infraestructura de las organizaciones públicas. La implementación de acciones con bajo costo y gran impacto, en artefactos de uso típico, es uno de los primeros pasos; estas acciones requieren de estudios y análisis previos a su despliegue. La intervención de los dispensadores de agua, por sus importantes consumos eléctricos para enfriar y calentar agua, es una de las candidatas elegidas, junto con la climatización, la iluminación y los artefactos típicos de oficina.

Abstract:

Based on the commitments assumed by Argentina in the present climate crisis, energy efficiency must increasingly be a focus of attention at all levels of formal education as well as in research, appliances, and infrastructure's improvement projects at public organizations. The implementation of low-cost & high-impact actions on typical equipment is one of the first steps; these actions require studies and analysis prior to their deployment. The intervention of water dispensers, due to their significant electrical consumption for cooling and heating water, is one of the chosen candidates, along with air conditioning, lighting, and other typical office appliances.

Palabras Clave: Eficiencia, energética, dispensadores, agua

Key Words: Energy, efficiency, water, dispensers

I. INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética es uno de los pilares de la actual transición hacia un sistema energético más limpio y sostenible, que está recorriendo la sociedad del siglo XXI. En el contexto de actual crisis climática, es trascendental acelerar la mitigación de los efectos del sistema energético, por ser el principal responsable de las emisiones de gases de efecto invernadero, con prácticamente 3/4 partes del total [1].

Con la aprobación del Acuerdo de París, que en el país se hizo mediante la ley 27.270 de 2016, Argentina se ha comprometido en la elaboración de informes y estrategias, tanto de mitigación como adaptación. Si bien falta aún muchísimo esfuerzo en el capítulo de la transición energética, se ha avanzado moderadamente en el eje de las energías renovables, considerando lo impulsado por las leyes 27.191 ("Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica. Modificación.") y 27.429 ("Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la red Eléctrica Pública") que apuntan principalmente a la oferta. Sin embargo, no ha habido el mismo avance en el eje de la eficiencia energética, quizás por su complejidad técnica y diversidad de posibilidades, falta de un marco normativo actualizado e integral, si bien hubo proyectos, no se ha aprobado aún una ley específica, y otros aspectos en los que no ahondaremos.

Sin embargo, el impacto positivo de la eficiencia energética en la mencionada transición es notorio y reconocido de forma creciente, por disminuir la presión en la demanda al sistema energético, siendo la eficiencia actualmente señalada como el mayor desafío, junto con la electrificación [2].

El Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas (DIIT) de la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM), en su compromiso tanto desde su oferta académica, a través de la Diplomatura en Energía y Desarrollo Sostenible, dictada junto con Ingeniería Sin Fronteras Argentina, y de la carrera recientemente presentada de Ingeniería en Energías, como desde sus proyectos y equipos de investigación, continúa avanzando en este camino.

En este caso, a partir del proyecto "Análisis de las medidas paliativas a implementar respecto al uso de energía eléctrica y agua en la Universidad Nacional de La Matanza" (C2-ING-112), dentro del cual se ha comenzado una investigación respecto al uso de los dispensadores de agua fría y caliente y, como se analiza, fundamenta y plantea en este artículo, su potencial aporte a la eficiencia energética eléctrica de la universidad, que podría extrapolarse a otros ámbitos similares.

II. MARCO GENERAL

Como fue mencionado en el punto anterior, al haber aceptado el Acuerdo de París, entre otras acciones que esto implica, el país ha presentado un Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, que, en las líneas de acción para la transición energética, contiene un apartado específico para las acciones de eficiencia energética [3], entre las cuales podemos rescatar tres acciones vinculadas, directa o indirectamente, al caso de los dispensadores de agua:

- M3 - Sustituir equipos de conservación de alimentos en viviendas, comercios y entidades con fines socio-comunitarios: promueve el recambio de heladeras por otras más eficientes; en este caso está relacionado al sistema de agua fría de los dispensadores, que

trabaja con un pequeño compresor, tal como usualmente funciona una heladera.

- M4 - Promover la eficiencia energética en la producción de agua caliente sanitaria: promociona el recambio de artefactos de calentamiento de agua por otros más eficientes.
- M8 - Sensibilizar y concientizar a la población sobre el uso racional de la energía: aquí se propone el desarrollo de programas integrales de educación, en todos los niveles del sistema de enseñanza formal.

A pesar de que el etiquetado de eficiencia energética aún no es obligatorio en estos dispositivos, como tampoco hay estándares mínimos en el país [4], sí se han encontrado diversos casos y ejemplos respecto a la conveniencia de implementar medidas de eficiencia para el caso específico de los dispensadores de agua, y su relevancia en el consumo. Entre ellas, podemos citar:

- La Universidad Nacional de Rafaela (UNRaf) en 2022 incorporó temporizadores programables, que permiten desactivar los dispensadores de agua fuera de los horarios laborales, sumando además información e instructivo acorde de operación para el usuario. Habiendo hecho un estudio del consumo y potencial del ahorro, se calculó la amortización de la inversión en tan solo cuatro meses en ese caso [5].
- También, el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (GCBA) en 2021, en su "Guía de recomendaciones de eficiencia energética para la compra pública sustentable" detalló los aspectos de eficiencia energética, a ser considerados en las compras del Estado, como por ejemplo los artefactos con etiquetado de eficiencia energética obligatorio, variantes tecnológicas a tener en cuenta, como también consejos y recomendaciones para el momento de realizar la

instalación y al ponerlos en funcionamiento. Tiene un apartado específico para este tipo de dispositivos (el punto "8. Dispensadores de agua") en el que se recomienda el uso de temporizadores, aduciendo que, de esta manera, puede ahorrarse un 50% del consumo energético [6].

- Otro ejemplo, también gubernamental, es el del Ministerio de la Producción del Gobierno de Santa Fe: su indicación afirma que con el temporizador se reduce 2/3 el consumo en dispensadores de agua [7].

También se remarca que el presente trabajo pretende continuar lo ya planteado, en los próximos pasos sugeridos del artículo elaborado para el COINI 2023, buscando extrapolar el análisis realizado en ese momento [8] a toda la sede principal de la UNLaM.

III. RELEVAMIENTO DE LOS DISPENSADORES

Se hicieron diferentes mediciones, usando el mismo equipo dispensador que para el mencionado estudio previo, en el PRAMIN 3, para tener una línea de base y extrapolarla al resto de los equipos de la sede.

TABLA I

ESPECIFICACIONES DEL DISPENSADOR UTILIZADO

	Declarada	Medida
Capacidad de agua fría (L)	3,1	N/A
Potencia (W) del compresor (frío)	180	100
Capacidad de agua caliente (L)	2,1	N/A
Potencia (W) de la resistencia (calor)	500	450

En las pruebas realizadas y posterior análisis, se utilizaron los datos medidos por sobre los declarados, dado que estos cambios podrían deberse a mejoras o reparaciones posteriores en el equipo original.

Primero, se averiguó la cantidad de dispensadores activos en la mencionada sede, clasificándolos en:

- De uso continuo, por estar en áreas como vigilancia, mantenimiento u otras que, por turnos, cubren 24 h y, por lo tanto, nunca estarán en *stand by*.
- De uso discontinuo, en este caso, se consideró su uso efectivo, con consumo de agua fría y caliente, de lunes a viernes unas 14 h diarias, sábados unas 6 h diarias y sin uso domingos y feriados.

Los totales se muestran a continuación, en la TABLA II.

TABLA II

TIPO Y CANTIDAD DE DISPENSADORES

Tipo	Cantidad	% sobre el total
Uso continuo	10	8%
Uso no continuo	115	92%
TOTAL	125	100%

También, siempre para la sede San Justo, se relevó el consumo de agua, en cantidad de botellones totales por mes (cada botellón tiene 20 L).

A partir de lo relevado (ver TABLA III) y de forma de evitar la variabilidad pronunciada en los dos primeros meses del año, se definió como horizonte de estudio los meses desde marzo a diciembre (ambos inclusive).

TABLA III

DISPENSADORES: CONSUMO DE AGUA POR MES

Meses	L / mes
Marzo	20.000
Abril a Octubre	16.000
Noviembre	20.000
Diciembre	20.000

Las pruebas realizadas fueron:

- Condiciones iniciales: arranque del equipo con el agua a temperatura ambiente (25°C) y medición del tiempo y uso de energía eléctrica hasta apagarse, por lograr la temperatura objetivo (9°C para el agua fría y 87°C para el agua caliente).
- Equipo en stand by: medición de arranques y paradas (tiempo y energía eléctrica) durante 2,4 h (fracción de 1/10 de un día) sin consumo de agua.
- Equipo con consumos de agua: partiendo de la condición de *stand by*, se realizaron pruebas de consumos de 1/2 L de agua, tanto fría como caliente, midiéndose el tiempo y la energía eléctrica requerida hasta equilibrar nuevamente los intervalos entre encendidos y apagados (*stand by*).

IV. RESULTADOS

A continuación, se resumen los resultados de las mediciones realizadas; en la TABLA IV se detalla cómo se distribuyen los porcentajes según el tiempo que el dispensador está funcionando en cada modo, en ambos en simultáneo o en ninguno.

TABLA IV

DISPENSADORES: % DEL TIEMPO EN STAND BY
SEGÚN MODO DE CONSUMO

Modo	% del tiempo en stand by
Frío	31,1%
Calor	15,2%
Frío y Calor	8,2%
Ninguno	45,5%

A continuación, en la FIG. I podemos ver la distribución de consumo de energía eléctrica en kWh por modo de consumo, para un día completo (24 h) en *stand by*.

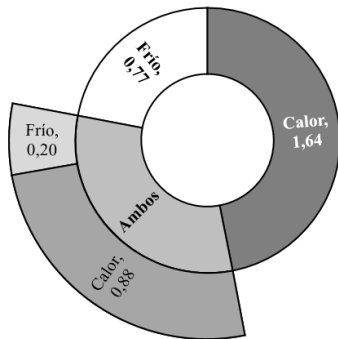


FIG. 1 CONSUMO EN KWH SEGÚN MODO¹

Comparativamente, puede observarse que del tiempo que el equipo pasa en stand by, un 39,3% está enfriando y un 23,4% está calentando (casi la mitad); pero, visto en términos de consumo, es al revés. Esto se explica principalmente por la potencia requerida para calentar el agua (450 W) versus la requerida para enfriarla (100 W). En la TABLA V, se detalla el consumo en el horizonte de estudio (marzo a diciembre) en kWh en los dispensadores de uso no continuo. Para poder calcular la cantidad de kWh asociada a consumos, se supuso una distribución de 80% de agua fría y un 20% de agua caliente en los meses más calurosos (marzo, noviembre y diciembre) cambiando la proporción hacia los meses más fríos, siendo en junio y julio un 50% y 50% respectivamente.

TABLA V

DISPENSADORES USO NO CONTINUO: CONSUMO EN KWH

	kWh	%
Total, de marzo a diciembre	100.176	100,0%
Por consumo de agua fría	10.982	11,0%
Por consumo de agua caliente	19.033	19,0%
Por stand by	70.160	70,0%

En esta última tabla se observa el impacto potencial que tendría la implementación de un sistema de corte automático programable para evitar el gasto durante los horarios definidos como de *stand by*, disminuyendo un 70% el consumo de energía eléctrica asociada a los dispensadores de usos no continuos, que es prácticamente lo mismo que se indicaba en [7].

Partiendo del consumo promedio de una casa, que ronda los 400 kWh por bimestre (2.400 kWh anuales), la reducción equivaldría a la energía eléctrica que consumen 29 hogares por año, evitándose la emisión de 28 TON de CO₂ equivalente, considerando para la cuenta que el factor de emisión promedio de la red eléctrica es de 0,4 kg de CO₂ por cada kWh.

Finalmente, la reducción de demanda de potencia promedio sería de unos 16,7 kW; para esto, se consideró la energía total por día (3,49 kWh por cada dispensador según la FIG. 1) que por hora equivale a 0,145 kW promedio y luego multiplicado por los 115 dispensadores no continuos.

V. ANÁLISIS DE PROPUESTAS

A partir de la investigación previa y las mediciones realizadas, se proponen y analizan distintas alternativas de implementación:

- Adquirir e implementar un dispositivo de medición y corte programable, de “estantería”: estos dispositivos, como el que se muestra en la FIG. 2, permiten establecer varios programas de horarios de corte, son accesibles y permitirían ser utilizados sin necesidad de intervenir el dispensador; y su costo es relativamente accesible, a valores de la energía eléctrica al momento

¹ Nótese que “Ambos” implica Frío y Calor en simultáneo.

de realizar las mediciones, se estima que podría amortizarse en un año aproximadamente, considerando el corte solamente para los horarios establecidos como de *stand by*.



FIG. II DISPOSITIVO CON CORTE PROGRAMABLE

Sin embargo, su desventaja principal radica en que no miden datos de la red ni consumo de energía; además, ante la necesidad de un cambio de programación, deberían recorrerse todos los dispositivos.

- Diseñar y fabricar un dispositivo de medición y corte programable en la universidad, para luego implementarlo: un dispositivo diseñado y fabricado *ad hoc*, que en su forma y conexión sería similar al de la FIG. II, podría además permitir un registro de mediciones de consumo de energía, tensión y corriente eficaz instantánea, calcular potencia activa y el ángulo de desfase entre tensión y corriente, para determinar el $\cos \phi$ (factor de potencia). De esta manera, se mediría *in situ* su aporte a la eficiencia, con mucha mejor información incluso.

Además, se lo podría equipar con conexión *wifi*, permitiendo así que sea reprogramable remotamente, como también enviar la información de mediciones, ambas funcionalidades sin necesidad de acceder físicamente al lugar, uno por uno.

Para ello, se puede partir del dispositivo con corte programable ya ensayado, según se expuso en [8]. Su desventaja podría ser su mayor costo, que podría

mitigarse con una fabricación en escala y como parte de actividades académicas.

- Desactivar el enfriado de agua durante los meses de temperaturas bajas: por ejemplo, desde mayo a agosto inclusive, ofreciendo agua a temperatura ambiente esos meses. Esto disminuiría aproximadamente en 1/3 el consumo energético anual para el enfriado de agua y que, según lo expuesto en la TABLA V, a su vez representaría entre un 3% y un 4% menos del total anual para los dispensadores no continuos. A evaluar cómo sería su implementación, ya que seguramente requeriría intervenir los equipos para ofrecer una desconexión de ese consumo de forma individual.
- Mejorar la eficiencia energética del agua caliente que ofrece el dispositivo: otra posibilidad concreta es disminuir la energía para el calentamiento de agua, que es el proceso más intensivo en consumo energético. Esto se podría lograr aislando térmicamente el exterior del vaso de almacenamiento de agua caliente, ya que durante las pruebas se midió que la temperatura exterior de este contenedor era superior a 58°C. Asumiendo que, como en el punto anterior, esto implicará una disminución de 1/3 del consumo para el calentamiento de agua, representaría entre un 6% y un 7% menos del total anual para los dispensadores no continuos. A evaluar qué materiales usar para la aislación y cómo implementarla.

VI. CONCLUSIONES Y PRÓXIMOS PASOS

Considerando lo elaborado en [8] como parte inicial de este trabajo, más lo expuesto en los apartados previos de este artículo, ambos referidos a los dispensadores de agua, pero cuyas propuestas y conclusiones podrían ser

extendidas a otros usos en artefactos similares, es pertinente continuar avanzando con estas iniciativas.

En particular, como próximos pasos, se proponen los siguientes puntos de trabajo a futuro:

- Trabajar internamente, en el DIIT UNLaM, en el diseño e implementación de un prototipo funcional que instrumente la medición, el corte programable y la conectividad *wifi* para la actualización y toma de datos automática y remota.
- Difundir y comunicar apropiadamente estas iniciativas, dentro del ámbito de la UNLaM, para ir fomentando la concientización y aprendizaje en la temática.
- Continuar enriqueciendo este trabajo, por ejemplo, ampliando a partir de otros similares, como el del IEDS de la CNEA [9] que incluye hasta el desarrollo de un simulador, de acceso público.
- Establecer contactos, también desde UNLaM, y evaluar alianzas con organizaciones que han recorrido caminos similares, como por ejemplo la referida en [5], de manera de realizar acciones conjuntas, proponiendo un plan que incluya primero un etiquetado voluntario, luego un etiquetado obligatorio y finalmente un estándar mínimo, que podría incluso contener, obligatoriamente, un dispositivo de corte programable como parte del dispensador. En otros países existen estándares nacionales para estos dispositivos, como en Corea, según se indica en [10]. Aquí, en Argentina, podría presentarse algo similar a la Secretaría de Energía, con el aval técnico de instituciones afines, como el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).

VII- FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Cabe destacar la participación como alumnos de Nicolás Davis y Federico García, quienes integran el proyecto C2-ING-112 “Análisis de las medidas paliativas a implementar respecto al uso de energía eléctrica y agua en la Universidad Nacional de La Matanza”, proyecto en el que el presente trabajo se halla enmarcado.

VIII. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

A. Referencias bibliográficas:

- [1] septiembre 2020, "Sector by sector: where do global greenhouse gas emissions come from?" (en línea), consultado el 6/2/2024, <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>
- [2] "World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway", IRENA, Volumen 1, pág. 4, junio 2023
- [3] "Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático", Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República Argentina, pág. 294-295, 2022
- [4] sin fecha, "Etiquetado en Eficiencia Energética" (en línea), consultado el 6/2/2024, <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/eficiencia-energetica/etiquetado-en-eficiencia-energetica>
- [5] noviembre 2022, "La UNRaf recibió por cuarta vez su certificado de sello verde municipal " (en línea), consultado el 6/2/2024, <https://www.unraf.edu.ar/index.php/noticias-2/2693-noti1396>
- [6] "Guía de Recomendaciones de Eficiencia Energética para la Compra Pública Sustentable", GCBA, pág. 7, marzo 2021

- [7] S. Gullino, J. B., J. C., et al, "Estudio de eficiencia energética en edificios gubernamentales", Buenos Aires, Fundación Friedrich Ebert, 2019, pág. 28
- [8] A. Lohigorry, G. M., F. G., et al, "Dispositivo de control para la eficiencia energética en *dispensers* de agua frío-calor en la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM)", Libro del XVI COINI 2023
- [9] F. Battaglini, V. V., "Determinación del consumo eléctrico y ahorro energético de dispensadores de agua fría / caliente", Buenos Aires, Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable (IEDS) - Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), 2020
- [10] noviembre 2019, "Energy efficiency labelling and standard for electric hot and cold water dispenser" (en línea), consultado el 6/2/2024,
<https://www.iea.org/policies/6504-energy-efficiency-labelling-and-standard-for-electric-hot-and-cold-water-dispenser>

Recibido: 2023-11-28

Aprobado: 2023-12-22

Hipervínculo Permanente: <https://doi.org/10.54789/reddi.8.2.6>

Datos de edición: Vol. 8 - Nro. 2 - Art. 6

Fecha de edición: 2023-12-29

