

COSTO NIVELADO DE LOS SERVICIOS ENERGÉTICOS REFLEXIONES SOBRE UN SISTEMA INTELIGENTE DE ETIQUETADO EN EFICIENCIA

Braian Jullier¹, Roberto Prieto¹ y Salvador Gil¹

¹Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Escuela de Ciencia y Tecnología, San Martín, Buenos Aires, Argentina. sgil@unsam.edu.ar

RESUMEN: La eficiencia es una de las herramientas de mayor potencialidad para reducir las emisiones de carbono, mejorar la seguridad energética y ampliar la inclusión. Así, la eficiencia energética se convierte en una herramienta útil para mitigar las emisiones y la pobreza al mismo tiempo. Sin embargo, existen muchas barreras que superar para poder aprovechar estas ventajas. En este trabajo se plantean los beneficios económicos para el usuario al optar por equipos más eficientes. Una barrera importante para que los usuarios puedan hacer una selección racional de los equipos más convenientes, es combinar el costo de los insumos energéticos, los costos iniciales de los equipos, con la información existentes en las etiquetas de eficiencia energética. El Costo Nivelado de los Servicios Energéticos, combina todos los costos involucrados para que un artefacto preste un dado servicio. De este modo el Costo Nivelado junto con la emisión de carbono para prestar ese servicio posibilita disponer de dos indicadores útiles para que los usuarios, comparen costos de artefactos de diferentes eficiencias y así poder tomar una mejor decisión de compra. Estos indicadores también resultarían útiles para realizar licitaciones públicas por parte del estado o las empresas privadas.

Palabras claves: Costo Nivelado de un servicio energético, Ahorro y eficiencia energética, etiquetado de eficiencia energética y eficiencia en el sector residencial.

INTRODUCCIÓN

La energía es esencial para el bienestar de las sociedades y el desarrollo humano. Sin embargo, disponer de energía no representa un fin en sí mismo, sino un vehículo que permite acceder a múltiples servicios que son necesarios para mejorar nuestra calidad de vida; tales como; iluminación, transporte, calefacción, etc. El uso racional y eficiente de la energía (UREE) consiste en lograr estos servicios usando la menor cantidad de energía posible. Así, el UREE se convierte en una herramienta tanto para mitigar la pobreza como las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). (Zavalía Lagos, Carrizo, & Gil, 2020), (Economic Commission for Latin America and the Caribbean, 2014), (EE4A, 2021).

En los ámbitos académicos especializados y en las agencias internacionales ligadas con la energía y la sostenibilidad, hay un consenso generalizado que el UREE es una de las herramientas más efectivas y de menor costo para abordar los desafíos relacionados con: el cambio climático, seguridad energética, la inclusión energética y el desarrollo económico. (CLASP, 2021).

El UREE es percibido como una pieza clave para desvincular el crecimiento económico del incremento del consumo de energía y sus consecuentes emisiones. No obstante, este generalizado reconocimiento en muchos países, y en especial en aquellos de menor desarrollo, sigue siendo uno de los recursos menos conocido y usados, no solo por la población en general, sino también por muchos tomadores de decisiones. Es así como el UREE es quizás el recurso energético con mayor potencialidad y menor conocimiento y comprensión por la población en general y hasta a veces olvidado por las políticas públicas en general. (IEA, 2019).

En el mundo se han desarrollado varias estrategias para estimular un uso más eficiente de la energía. Una de estas herramientas es el Etiquetado de Eficiencia Energética (EEE) de artefactos domésticos, que en varios países se indica con una letra. En general, la letra A identifica los más eficientes y las letras subsiguientes a los menos eficientes. De este modo, a la hora de elegir un determinado dispositivo (electrodoméstico o gasodoméstico), el usuario dispone de una información confiable que le permite elegir el artefacto de menor consumo de manera muy simple. Los consumidores naturalmente demandan artículos más eficientes, y los fabricantes comienzan a utilizar la eficiencia como una herramienta de marketing. Por lo cual, se genera un círculo virtuoso que estimula el desarrollo de mejores productos y más eficientes. Múltiples experiencias internacionales indican que ese corrimiento hacia la calidad en general baja los precios de los artefactos, lo cual resulta en beneficio adicional para los usuarios. (IEA, 2019) En ese sentido, el objetivo principal de este trabajo consiste en analizar modos de hacer que las EEE puedan proveer más información de utilidad al usuario, de modo de incrementar su potencial de información y utilidad, para que las personas comunes, puedan tomar decisiones más racionales y sostenibles a la hora de comprar sus artefactos de uso domésticos. Pero como veremos, el concepto de costo nivelado (CN), discutido en esta nota, puede ser un elemento de mucha utilidad al momento que tanto el Estado como las Empresas Privadas puedan realizar licitaciones que privilegien la sostenibilidad económica y ambiental simultáneamente.

Para poder utilizar eficazmente las EEE como herramienta de sostenibilidad, es preciso y fundamental conocer su significado y comprender la información contenida en ellas. Así, la primera *barrera es la falta de información y conocimiento sobre la EEE*. (Ramos & Otros, 2015).

Para poder extraer más ventajas de la EEE, es crucial que los consumidores conozcan y entiendan la ventaja de adquirir equipos eficientes y que comprendan la información de estas etiquetas. En general las etiquetas, además de las letras que comparan la eficiencia distintos artefactos del mismo tipo, contienen información del consumo energético, anual, mensual o por ciclo de uso del equipo. A partir de esta información es posible conocer el impacto que puede tener comprar un equipo u otro. Sin embargo, dado que en general existen distintos equipos, que siendo diferentes y usando distinto insumos energéticos, brindan en mismo servicio (cocción, calentamiento de agua sanitaria, calefacción, etc.), no es simple para los usuarios poder evaluar las ventajas económicas y medio ambientales de adquirir un equipo u otro, es decir, las EEE brindan una información útil pero incompleta. Por ejemplo, una cocina a gas tiene una EEE que **no es comparable** con una EEE de una cocina eléctrica. Lo mismo pasa con equipos de agua caliente sanitaria (ACS): Las EEE de calefones a gas, termotanques a gas o termotanques eléctricos, a pesar de prestar el mismo servicio, **no son compatibles entre ellas**, haciendo imposible para los usuarios poder comparar cuál es su mejor opción. Lo mismo ocurre si se desea comparar con un sistema solar de calentamiento de agua. (Sinsini, Fiora, Iannelli, & Gil, 2018).

Así surgen varias preguntas que son necesario de investigar, para evaluar la efectividad de las EEE:

- ✓ ¿Cuál es el nivel de conocimiento por parte de la población en general de las EEE?
- ✓ ¿Hay diferencias significativas de estos conocimientos entre distintos grupos socioeconómicos de la sociedad?
- ✓ ¿Cuál es el porcentaje de los usuarios que usan la información contenida en las EEE para decidir sus compras?
- ✓ ¿Conocen los usuarios las ventajas económicas que les aporta la Eficiencia Energética (EE) a nivel familiar?
- ✓ ¿Cuál es la percepción más difundida de las ventajas de la EE? ¿ambiental? ¿económica?
- ✓ ¿Cuál el grado de confianza de las etiquetas por parte de la población?

En Argentina, al igual que en otros países de la región, los sectores de bajo nivel socioeconómicos sufren la escasez de recursos económicos y disponen de pocos conocimientos e información en materia de UREE. Además, generalmente carecen de recursos económicos y de herramientas de financiamiento disponibles para la adquisición de nuevos equipos. Por lo que, al momento de acceder a la compra de equipos más eficientes eligen no comprarlos y deciden el artefacto a adquirir por su costo inicial. A veces, un mayor costo está asociado con la idea de un artefacto más lujoso, en vez de uno más eficiente. Es muy posible que estos tres elementos: económico, financiero y percepción sean unas

de las barreras para mejorar la calidad de los servicios energéticos en la población. (Fundación Vida Silvestre Argentina, 2017).

Por su parte, la renovación del parque de artefactos en uso, hacia otros de mayor eficiencia, se ve limitado por la fuerte presencia de un mercado secundario de equipamientos usados o de segunda mano en general con precios iniciales más accesibles. Aquí la barrera impuesta por el trío formado por: (i) falta de conocimiento de las ventajas de la eficiencia, (ii) la carencia de programas de estímulos y financiación de equipos más eficientes, y (iii) la situación de estrechez económica de muchas familias, constituyen una barrera muy fuerte y costosa de penetrar. (Yoeli, E. & Otros, 2017), (Bukaricaa & Tomšičb, 2017)

Conocer estas barreras e implementar formas de superarlas es clave para la implementación de políticas activas conducentes a la reducción de emisiones de carbono.

Barreras económicas

No siempre las personas disponen de suficientes recursos económicos para realizar los cambios necesarios de equipos o comprar los más eficientes. Muchos usuarios, en especial las de menores recursos, por lo general optan por lo que es más barato y fácil de adquirir, sin que otra consideración pueda tenerse en cuenta, ésta es quizás una de las principales razones que los impulsa hacia el mercado de segunda mano.

Barreras financiamiento

Muchas veces, no existen programas de financiamiento suficientes o accesibles para que las personas puede tener acceso a los equipos que son los más sustentables. En muchos países para acceder a un plan de financiación se requiere estar bancarizado o disponer de tarjetas de créditos. Estos requisitos no siempre son accesibles a las personas de bajos recursos o con trabajos informales tan frecuentes en América latina. A veces no hay tasas convenientes o preferenciales para la adquisición de productos más eficiente. Esta barrera se vuelve muy importante cuando se van a realizar cambios de equipos costosos, como heladeras, calefones, mejoras en las viviendas, etc. Desde ya, esta barrera afecta especialmente a los sectores de menores ingresos, que por lo general no tiene tarjetas de créditos, y al no tener una fuente de ingresos asegurada a fin de mes, por la propia informalidad de sus oficios, dificulta aún más el acceso a líneas convencionales de financiación.

Barreras asociadas al cambio (aversión al riesgo)

Esta barrera surge de la intersección entre la psicología y la economía, y está asociada a la *aversión al riesgo* que implica hacer cambios en pos de lograr un beneficio futuro, quizás mayor a través de la eficiencia energética. Visto desde el punto de vista de una transacción económica, cambiar un artefacto, por ejemplo, una heladera o un calefón, implica invertir ahora para obtener un beneficio futuro. (Schubert, 2015) De modo análogo a comprar un bono o una acción. El usuario debe invertir una suma de dinero, para "*tal vez*" recuperarlo a largo plazo. Además, en sectores de bajos ingresos, este riesgo es comparativamente más significativo. El esfuerzo de hacer un desembolso en el presente es en sí dificultoso, por lo que renuncian al potencial beneficio postrero.

Barreras asociadas a los precios de la energía

Los precios de la energía constituyen otro problema importante. En muchos países, para evitar que el precio de la energía genere problemas sociales, o que estos impacten en la inflación, los gobiernos subsidian la energía. Este tipo de políticas suelen perdurar por largos períodos, como ocurre en Argentina con posterioridad al año 2000. Esto envía un mensaje a los usuarios que no es necesario ahorrar energía. Asimismo, vuelve innecesarias o poco conveniente posibles mejoras en eficiencia, ya que el beneficio económico resulta despreciable frente a las inversiones iniciales en nuevos equipos. (Carrizo & y Otros, 2022)

Barreras de información y conocimiento

En muchas ocasiones no hay programas educativos que comuniquen correctamente los beneficios de adquirir nuevos equipos más eficientes. A veces los usuarios no comprenden el significado de la etiqueta de eficiencia energética, o no distinguen sobre si es un elemento confiable o una simple señal

de *marketing*. Otras veces, la información en la etiqueta no es suficientemente clara para que los usuarios cambien la elección del artefacto. (Fundación Vida Silvestre Argentina, 2017).

Asimismo, la tendencia a acudir a *mercados de segunda mano* puede constituir un importante desafío al objetivo de eficientizar los equipos de uso doméstico, es necesario conocer mejor la magnitud de este mercado y cuan prevalente es en los sectores de menores recursos.

Existen varios estudios que describen la potencialidad y las barreras de la Eficiencia Energética (EE) en Latinoamérica. (L. Guerra, J. Guillén, Latin American Energy Organization (OLADE), 2019), (Inter-American Development Bank, 2019) Sin a un valioso trabajo que se realizó en Argentina en 2017, «Estudio de Medición de Impacto de Etiqueta de Energía» por la Fundación Vida Silvestre Argentina (FVSA). (Fundación Vida Silvestre Argentina, 2017)

Costo Nivelado

Existen muchos artefactos domésticos destinados a brindar un mismo servicio (cocción, calentamiento de agua, calefacción, etc.) que pueden usar distintos vectores o insumos energéticos para su funcionamiento. A los usuarios se les presenta una gran confusión y ambigüedad cuando desean hacer una selección respecto a que equipo es más conveniente tanto en *consumo de energía*, el impacto económico en sus facturas de energía, como en las *emisiones de carbono*. Por ejemplo, típicamente una cocina a inducción tiene una eficiencia cercana al 82% mientras que una cocina a gas natural del 50%. (Sensini & Otros, 2018) Imaginemos que un usuario, comparando las eficiencias, decide cambiar su cocina a gas por una a inducción de mayor eficiencia en Argentina. En Argentina una familia típica consume unos 93 m³ (Gas Natural)/año para cocinar con una cocina a gas, es decir, alrededor de 1 MWh/año. Si se usase una cocina a inducción consumiría, teniendo en cuenta su mayor eficiencia, unos 0,61 MWh de electricidad. (Sensini & Otros, 2018), (Sinsini, Fiora, Iannelli, & Gil, 2018) Como en el AMBA el costo de la electricidad por unidad de energía (kWh) es 3,5 veces mayor a la del gas, sus gastos en combustibles usando la cocina a inducción sería 2,1 (3,5x 0,61) veces mayor. Por otro lado, dado que la intensidad de emisión carbono del Gas Natural es de 195 kg(CO₂)/MWh y el de la electricidad en promedio en Argentina al año 2021, 297 kg(CO₂)/MWh. (CAMMESA, 2021) Así las emisiones de la cocina a gas sería 195 kg(CO₂) y la de inducción de 180 kg(CO₂). La paradoja que se presenta es que este usuario que adquirió una cocina más eficiente y cara comenzará a pagar una tarifa mayor por utilizar este equipo y lo más notable, es que sus emisiones de GEI solo habrán disminuido en un 9%. Esta misma paradoja se presenta en los equipos de calentamiento de agua, calefacción, etc. Además, esta relación de precio y emisiones cambia si nos movemos de una provincia a otra y de país a otro. Así es que a nivel internacional se encuentra el mismo problema. (Sinsini, Fiora, Iannelli, & Gil, 2018)

Como se señaló previamente, un preconceito generalizado, y más agudizado en los sectores de bajos recursos, es considerar el *costo inicial* (*Upfront Cost*) del equipo *como el principal gasto* asociado a ese servicio. Tan arraigada está esta costumbre y preconceito, que aún las compras de equipos para la administración pública que realiza el Estado y muchas empresas privadas en Argentina se adjudican por el menor precio del equipo a adquirir.

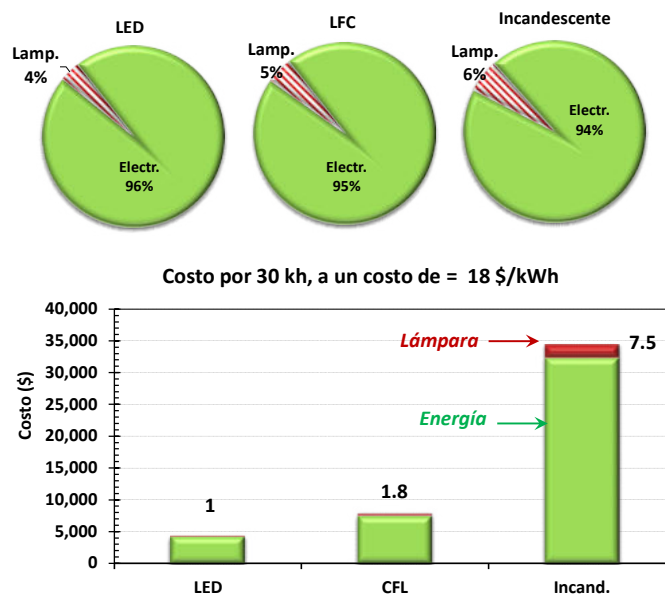


Figura 1. Esquema ilustrativo sobre el costo del servicio de iluminación de una lámpara. En este caso se comparan los costos necesarios para iluminar con ella unas 30 mil horas. Para este cálculo se tomaron los precios de mercado de las lámparas a octubre de 2022 y se supuso un costo de 0,12 USD/kWh~18\$/kWh (oct.2022), que es aproximadamente el valor del kWh sin subsidio en Argentina(CAMMESA, 2021) y que pagan los usuarios de varias provincias de Argentina. En bordó se representa el costo de las lámparas y en verde el costo de la energía a lo largo de las 30 mil horas. Los números sobre las barras son los costos totales relativo al costo más bajo.

Sin embargo, esta tendencia “espontánea” o intuitiva de seleccionar un artefacto por su valor inicial, es en general un criterio poco racional. La Figura 1, muestra que, para el caso de las lámparas de iluminación, el mayor gasto a lo largo de su vida útil es el de la energía. El costo del equipo (lámpara) es solo el 4% al 6% del costo total del servicio. (Gil, Gil, & Iannelli, 2015) Esta figura muestra lo inadecuado que es adquirir un equipo considerando solo su valor de compra o costo inicial del equipo.

Algo similar ocurre con los motores eléctricos en general, que son parte importante de muchos equipos domésticos. Varios estudios revelan que a lo largo de su vida útil el mayor gasto en el servicio de los motores eléctricos es el de la energía. Siendo en general del orden o mayor del 80%, (Yanti & Mahlia, 2009) cómo se ilustra en la Figura 2.

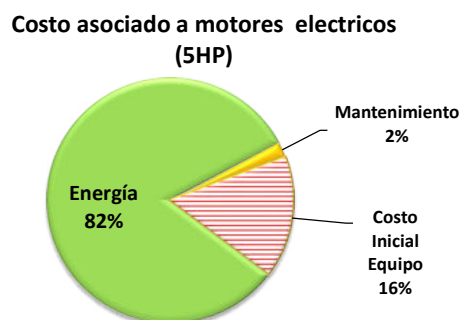


Figura 2. distribución de los costos asociados a motores eléctricos a lo largo de su vida útil. Si bien esta proporción varía con la potencia de estos, el resultado importante es que más del 80% del costo total viene dado por la energía. (Yanti & Mahlia, 2009)

Una metodología de análisis y comparación de costos asociados a la prestación de un servicio energético puede sintetizarse en un solo indicador de costo: el *Costo Nivelado del Servicio Energético* (CNdSE) o simplemente el *Costo Nivelado* (CN). El CNdSE es un indicador económico que permite evaluar el costo por cierta unida de tiempo (mes, día, año, etc.) para obtener un determinado servicio energético. Por ejemplo, iluminación con una lámpara, servicio de refrigeración de alimentos con una

heladera o nevera, agua caliente sanitaria con un determinado consumo de agua, etc. Este es un concepto similar al que se conoce en la generación eléctrica como Costo Nivelado de la Energía (LCoE), (Wikipedia, 2021) que permite comparar el costo necesario para generar un MWh de electricidad con diferentes tecnologías. De manera análoga, el CNdSE permite establecer el costo medio en USD para obtener un pretendido servicio por un determinado período, en nuestro caso 1 año, pero está claro que este tiempo puede ser diferente, según la necesidad o preferencia.

El CNdSE se define como (Prieto & Gil, Hacia un Transporte Sustentable, 2020):

$$\frac{\text{Suma de los Costos en la Vida Útil del Equipo}}{\text{Vida Útil del equipo (años)}}$$

$$CNdSE = \frac{CI + \sum_{i=1}^N (O\&M(i) + E(i)) / (1+d)^i}{N \text{ (años)}} \quad (1)$$

En esta suma de los costos en la vida útil del equipo (N en años), se incluyen los costos iniciales del mismo ($CI=upfront\ cost$), como así también los otros gastos incurridos a lo largo de su vida útil. En estos gastos se incluyen: energía (E), operación y mantenimiento (O&M), seguro, etc. Dado que estos dos últimos gastos (E y O&M) se realizan en tiempos distintos que la compra del equipo (CI), los mismos se deben reducir a valores presentes con una tasa de descuento (d) según las prescripciones económicas correspondientes (Espinoza, 2007) por ejemplo, del 5% o 7% anual en dólares. Mayores detalles de estos cálculos se pueden encontrar en la referencia (Prieto, Vassallo, & Gil, Transporte Sostenible en Argentina, 2021).

De este modo, el valor del $CNdSE$ permite comparar en forma directa los principales costos asociados a la provisión de un servicio. Este es justamente el valor que el usuario debería tener en cuenta para tomar la decisión de que equipo es el más conveniente.

Dado que, en cada país o región, la intensidad de carbono, IC , o sea los $kg(CO_2)/MWh$ equivalentes emitidos por los distintos insumos energéticos, es bien conocido. Es posible, a partir de la cantidad de energía consumida por el equipo a lo largo de su vida útil, calcular sus emisiones anuales o Emisiones del Servicio Energético ($EdSE$), como:

$$EdSE = \frac{\sum_{i=1}^N (E(i) \times IC(i))}{N \text{ (años)}} \quad (2)$$

De este modo, estos dos parámetros permitirían al usuario conocer el costo anual de su servicio energético, $CNdSE$, con los distintos equipos disponibles como así también las emisiones anuales, $EdSE$, de cada uno. Por lo que el usuario podría tener una decisión objetiva y racional con estas evaluaciones.

Como ilustración del uso del concepto de $CNdSE$ se puede observar en la Tabla 1 y Figura 3, aplicado para la comprar una heladera familiar en Argentina de unos 370 ± 30 litros con freezer. Se considera que el costo de mantenimiento es aproximadamente un 30% el costo inicial del equipo a pagarse a lo largo de su vida útil, tomada en 15 años. Los costos iniciales corresponden a valores del mercado local a octubre de 2022, 1 USD \sim 150 \$(argentinos). Se supuso un costo de 0,12 USD/kWh \sim 18\$/kWh (oct.2022), que es aproximadamente el valor del kWh sin subsidio en Argentina (CAMMESA, 2021). Se consideraron 4 casos, heladeras A++ (Inverter), A+, A y una heladera usada de 10 años de antigüedad. En la Tabla 1 y la Figura 3 se resumen los resultados del cálculo del CN o $CNdSE$ indicado por la Ec.(1) y las Emisiones del Servicio Energético ($EdSE$) de la Ec.(2).

Tabla 1. Descripción de los costos asociados a la compra de una heladera familiar en Argentina. Los costos corresponden a valores del mercado local a octubre de 2022, 1 USD \sim 150 \$(argentinos). Se supuso un costo de 0,12 USD/kWh \sim 18\$/kWh (oct.2022), que es aproximadamente el valor del kWh sin subsidio en Argentina (CAMMESA, 2021). Se consideraron 4 casos, heladeras A++ (Inverter), A+, A y una heladera usada de 10 años de antigüedad. Dado que la etiqueta de EE da el consumo a puerta

cerrada, en el uso habitual hay que corregir este consumo por un 25% adicional. (Carri, Rebaza Niquin, Bermejo, Fiora, & Gil, 2019) La quinta columna indica el CN a 15 años (CN_15) con una TR=5% y la última, el mismo CN con una TR=10%. La séptima columna indica las emisiones anuales (EdSE) de cada modelo de heladeras.

	Costo Inic.	Mantenim.	Energía	TR=5 %	Consumo	Emisiones	CN_15 (USD)
Clase EE	USD	USD	USD	CN_15 (USD)	kWh/año	kg(CO ₂ /año)	TR=10 %
A++ (Inv.)	\$ 1,067	\$ 233	\$ 356	\$ 1,656	218	81	\$ 1,613
A+	\$ 767	\$ 167	\$ 384	\$ 1,318	235	87	\$ 1,258
A	\$ 667	\$ 145	\$ 490	\$ 1,302	300	111	\$ 1,214
Usada	\$ 267	\$ 58	\$ 1,602	\$ 1,927	980	364	\$ 1,565

Una observación interesante, es que la heladera con costo inicial más bajo, *usada*, a las que quizás acceden los sectores de más bajos ingresos más bajos, es la que tiene un costo nivelado más alto a lo largo de su vida útil, y desde ya de mayores emisiones. Por los tanto, sería mucho más ventajoso para el país y la sociedad en su conjunto, subsidiar la adquisición de equipos más eficientes, y no la energía que perpetua los altos consumos y las emisiones. Por su parte, aquellos equipos de mayor eficiencia en el mercado local, las heladeras A++ (Inverter), dado su alto costo inicial, no son los equipos de menor CN a 15 años. Si la tasa de descuento (TR) se eleva al 10%, como se ve en la última columna de la Tabla 1, estas conclusiones no cambian significativamente.

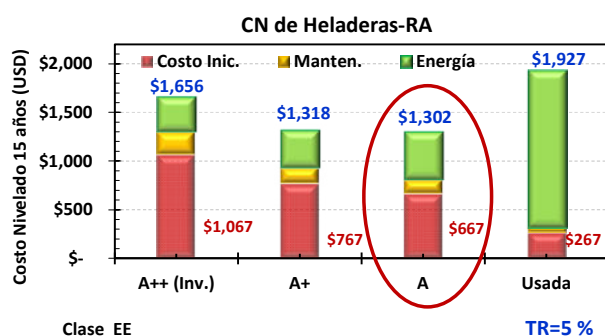


Figura 3. Costos asociados a la compra de una heladera familiar en Argentina. Todos los costos están en USD a octubre de 2022. El costo inicial se indica con la barra bordó, el de Mantenimiento con una barra amarilla y el del costo de la energía, en verde. Los valores son los indicados en la Tabla 1.

Nótese, que, con los costos actuales, la opción más conveniente es una heladera A en EE.

De igual modo, el uso del *CNdSE* permitirían que tanto el Estado como las empresas privadas optimicen sus compras a la hora de licitar distintos productos. Adquiriendo así equipos no solo más económicos sino también más sostenibles energéticamente y ambientalmente. Las Figuras 1, 2 y 4 ilustran lo poco objetivo, sustentable y racional que significa licitar productos solo por el costo inicial del equipo/artefacto (*upfront cost*).

Quizás un requerimiento adicional en los anuncios de los equipos de venta masiva, como lámparas, heladeras, equipos de calentamiento de agua, etc. sería requerir que los anuncios publicitarios se complementen con un diagrama de torta como los de la Figura 1 o 2o 4 que muestren como se distribuye el gasto total para obtener un dado servicio energético (conservación de alimento, iluminación, agua caliente, etc.) al largo de su vida útil.

Dado que los cálculos implícitos en las Ec.(1) y (2) no son simples de realizar para un usuario común, además que las tarifas de gas y electricidad varían de un lugar a otro y se indican en unidades diferentes, \$/kWh o \$/m³(gas), además los precios de los artefactos son asimismo variables. Está claro que se debe buscar algún medio que permita al usuario realizar estos cálculos de manera simple y rápida. Una forma de realizar esta evaluación podría ser a través de una Aplicación para teléfonos inteligentes (Smartphones).

En atención a que en el mundo y asimismo en Argentina ya hay muchas EEE que tienen un Código QR (Figura 4) que contiene información referente a: eficiencia, consumo anual, etc., del equipo/artefacto, con una *aplicación*(APP) con un desarrollo *particular*, se apuntaría al QR, e ingresando a la APP el costo del equipo (*CI*), vida útil esperada y la localidad del usuario (para que la APP acceda al cuadro tarifario vigente en esa localidad), la APP estaría en condiciones de realizar los cálculos de las Ec. (1) y (2). Como consecuencia de esta evaluación, el resultado a mostrar por la APP debería ser un gráfico similar al de las Figuras 1 y 2.

Creemos que sería una forma sencilla de aportar una información útil a los usuarios para hacer más simple, sustentable y racional su elección. No obstante, estos gráficos también podría ser parte de la información que los mismos comercios muestren a sus clientes al lado de cada equipo, para así facilitar a los usuarios una mejor y más rápida elección.



Figura 4. Etiquetas de Eficiencia energética con Código QR, permitiría el desarrollo de muchas aplicaciones de Smartphones, para estimar los CNdSE como los EdSE. LaEEE de la izquierda es de un equipo a gas de Argentina y la de la derecha una EEE de la UE.

Sería deseable, además, contar con un segundo sello de aluminio con el código QR en la parte posterior del equipo, adherido en forma permanente. Este segundo código QR redundante indicaría además de las características del equipo los datos de eficiencia y consumo anual. Así, sería posible identificar el equipo con todas sus características, aun después que la EEE frontal se haya perdido o haya sido removida de su frente. Esta identificación, sería útil para ser usada en el caso que el equipo fuese revendido en un mercado de segunda mano. De este modo estos equipos usados preservarían un cierto grado de trazabilidad e información sobre su eficiencia energética. De este los sectores sociales que acuden al mercado secundario todavía tendrán la posibilidad de saber si la compra que están por realizar es conveniente y no constituye una pesada hipoteca energética. Desde ya la APP para smartphones que hace los cálculos de *CNdSE* y *EdSE* se podría usar también con estos equipos usados.

REFLEXIONES FINALES Y CONCLUSIONES

Creemos que la idea de complementar la información de la EEE con los parámetros de *Costo Nivelado del Servicio Energético* (CNdSE) y las *Emisiones del Servicio Energético* (EdSE) se convierten en dos referencias muy útiles e importantes para que los usuarios hagan elecciones más racionales y sostenibles. Estos parámetros informativos ayudarían a superar en parte las barreras de que tiene la EE en Argentina y el mundo.

La dificultad que tienen las EEE, siempre soslayada; es la conversión de ahorros energéticos en ahorros económicos y emisiones de carbono, dado que los ahorros en *energía* se pueden establecer muy bien, de hecho, muchas etiquetas incluyen un valor de referencia de consumo, que es el consumo medio anual del equipo, en condiciones de ensayo. Para los usuarios no siempre es fácil traducir este ahorro en energía en su correspondiente valor en dinero o ahorro económico, sobre todo, porque los gastos de equipos, energía y mantenimiento se realizan en tiempos diferentes. También resulta dificultoso percibir en forma directa las emisiones de carbono, dado que depende de los diversos insumos energéticos y aún la intensidad de carbono de las diversas matrices eléctricas, varía de un país a otro.

Desarrollar una APP de estas características debería ser aprobada o bien desarrollada por las Agencias de Regulación energética de cada país, ya que no solo contribuirían de manera importante con los usuarios, sino también frente a los compromisos asumidos por los diversos países en la COP26 como, de la misma manera, con los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) auspiciado por las Naciones Unidas. Además, al poder usarse aun con equipos usados de segunda mano, se puede dar mayor protección y ayuda a las familias que por alguna razón deben acudir a este mercado.

Por último, si se asignase un valor de mercado a las emisiones de carbono, las famosas *Carbon Tax*, (Wikipedia, 2022) sería muy simple incorporar este costo (el costo de emisión de carbono) como una componente más en el valor de costo nivelado (CNdSE), de modo que el nuevo costo nivelado incorporaría automáticamente este impacto ambiental. Desde luego, dado que los costos de las emisiones no están suficientemente desarrollados actualmente, no se lo consideró en este trabajo, pero su generalización es posible de implementar de forma simple.

REFERENCIAS

- Sinsini, P., Fiora, J., Iannelli, L., & Gil, S. (2018). Factores de comparación energéticos Factores de corrección de eficiencia para distintos insumos energéticos en Argentina. *Revista Energías Renovables y Medio Ambiente, ASADES*, 42, 1-13.
- Bukaricaa, V., & Tomšičb, Z. (2017). Energy efficiency policy evaluation by moving from technoeconomic towards whole society perspective on energy efficiency market. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 968–975.
- CAMMESA. (2021). *Compañía Administradora de del Mercado Mayorista Electrico S.A. Argentina*. Obtenido de <https://cammesaweb.cammesa.com/>
- Carri, C., Rebaza Niquin, R. E., Bermejo, A., Fiora, J., & Gil, S. (2019). Eficiencia Energética en la Preservación De Alimentos Eficiencia Energética en la preservación de alimentos. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, , 44(1), 1.
- Carrizo, S., & y Otros. (2022). ¿Son los subsidios a la energía una herramienta efectiva para reducir las inequidades sociales? *Revista Construir de la Cam. Arg. de la Construcción, Abril 2022*(Abril), 59-63.
- CLASP. (2021). *Collaborative Labelling and Appliance Standards Program*. Obtenido de <http://www.clasponline.org>
- Economic Commission for Latin America and the Caribbean . (2014). *Energy efficiency in Latin America and the Caribbean:Progress and challenges of the past five years*. (ECLAC) Obtenido de (ECLAC).
- EE4A. (2021). *Energy Efficiency for All*. Obtenido de <https://www.energyefficiencyforall.org/about/>
- Espinoza, S. F. (2007). *Los proyectos de inversion*. Costa Rica: Tecnologica de Costa Rica Costa Rica.
- Fundación Vida Silvestre Argentina. (2017). *Estudio de Medición de Impacto de Etiqueta de Energía - FVSA*. Buenos Aires.
- Gil, R. S., Gil, S., & Iannelli, L. M. (2015). Ahorro de 1,5 GW en los picos de consumo eléctrico-Iluminación LED. *Petrotecnia*.
- IEA. (2019). *Multiple Benefits of Energy Efficiency - From “hidden fuel” to “first fuel”*.International Eneergy Efficiency (IEA). Obtenido de <https://www.iea.org/reports/multiple-benefits-of-energy-efficiency>

- Inter-American Development Bank. (2019). *Energy Efficiency, Energy Intensity, Policy, Regulation, Latin American and the Caribbean*. IDB.
- L. Guerra, J. Guillén, Latin American Energy Organization (OLADE). (2019). *Energy Efficiency Laws in Latin America and the Caribbean A Look and Analysis of the Legislative Progress of the Region*. Obtenido de <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0437.pdf>
- Prieto, R., & Gil, S. (2020). Hacia un Transporte Sustentable. *Petrotecnia, LX(4)*, 92-101.
- Prieto, R., Vassallo, J., & Gil, S. (2021). *Transporte Sostenible en Argentina*. Buenos Aires: Cámara Argentina de la Construcción (APE).
- Ramos, A., & Otros. (2015). The role of information for energy efficiency in the residential sector. *Energy Economics, 52(S1)*, S17-S29.
- Schubert, R. (2015). Energy-using durables – why consumers refrain from economically optimal choices. *Frontiers in Energy Research 3, 3(7)*, 1-13. Obtenido de www.frontiersin.org
- Sensini, P., & Otros. (2018). Eficiencia Energética en la cocción ¿Cuáles son artefactos de cocción más eficientes en Argentina? *Energías Renovables y Medio Ambiente, 41*, 57-67.
- Wikipedia. (2021). *Cost of electricity by source*. Obtenido de https://en.wikipedia.org/wiki/Cost_of_electricity_by_source
- Wikipedia. (2022). *Carbon Tax*. Obtenido de https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_tax
- Yanti, P., & Mahlia, T. (2009). Considerations for the selection of an applicable energy efficiency test procedure for electric motors in Malaysia: Lessons for other developing countries. *Energy Policy, 37*, 3467–3474.
- Yoeli, E., E., & Otros. (2017). Behavioral science tools to strengthen energy and environmental policy. *Behavioral Science & Policy, 2017(1)*.
- Zavalía Lagos, R., Carrizo, S., & Gil, S. (2020). Eficiencia energética, una herramienta para mitigar la pobreza y las emisiones. *Petrotecnia, LX(4/2020)*, 95-98.

LEVELIZED COST OF ENERGY SERVICES TOWARDS A SMART ENERGY EFFICIENCY LABELLING SYSTEM

ABSTRACT: Efficiency is one of the tools with the greatest potential to reduce carbon emissions, improve energy security and broaden inclusion. Energy efficiency thus becomes a useful tool to mitigate emissions and poverty at the same time. However, there are many barriers to overcome in order to realise these benefits. In this paper, the economic benefits to the user of opting for more efficient equipment are discussed. A major barrier for users to make a rational selection of the most suitable equipment is to combine the cost of energy inputs, the upfront costs of the equipment, with the information on energy efficiency labels. The Levelized Cost of Energy Services combines all the costs involved for an appliance to provide a given service. In this way the Levelized Cost together with the carbon emission for providing that service makes it possible to have two useful indicators for users to compare costs of appliances of different efficiencies in order to make a better purchasing decision. These indicators would also be useful for public tenders by the state or private companies.

Keywords: Levelized cost of an energy service, Energy savings and efficiency, energy efficiency labelling, efficiency in the residential sector