

IMPORTANCIA DEL SUBSIDIO ELÉCTRICO PARA LAS COCINAS DE INDUCCIÓN Y SU EFECTO EN LA SALUD, LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y EL AHORRO DE RECURSOS, PARA LOS ECUATORIANOS

RESUMEN EJECUTIVO

En el siguiente documento, se presenta un análisis de datos de consumo de energía de los usuarios de cocinas de inducción inscritos en el Programa de Eficiencia energética para Cocción (PEC). Las cocinas de inducción eléctrica, alimentadas por energía renovable son la opción de mayor interés a nivel mundial para la cocción, gracias a su alta eficiencia energética, y su bajo nivel de emisiones. Actualmente, cerca del 10% de los hogares que consumen electricidad en el Ecuador están inscritos en el PEC. Si bien el objetivo original del PEC fue alcanzar una transición masiva, los datos contabilizados demuestran sustituciones importantes en el subsidio al GLP y reducción de emisiones de CO₂. A continuación, se destacan los principales resultados del análisis de información presentado en este artículo:

- De enero 2015 a enero 2018 se apreció un crecimiento lineal del total de cocinas de inducción implementadas en el marco del programa PEC hasta llegar a aproximadamente 600.000 cocinas. La mayoría de los usuarios PEC se encuentran en las ciudades de Quito y Guayaquil, junto con los cantones aledaños a estas ciudades.
- Se observan altas concentraciones de los participantes PEC en zonas de la región costa y el norte de la Amazonía, especialmente en las provincias de Santa Elena, Los Ríos, Esmeraldas y Napo.
- Se identificó un promedio de incremento de consumo eléctrico de 35 kW-h entre los usuarios a nivel nacional, valor que se ha mantenido estable durante los años del programa hasta la actualidad.
- Durante la transición al nuevo sistema de energía, los usuarios PEC-EEQ incrementaron el uso de energía eléctrica, primero de forma rápida en el primer mes y luego paulatinamente hasta llegar a un estado estable dentro de 24 a 32 meses.
- El análisis económico demuestra el ahorro para el Ecuador en el reemplazo del subsidio del GLP por el uso de energía renovable producida en el país. El monto del ahorro está en el orden de decenas de millones de USD (22.1 MM USD en 2017 y 16.7 MM USD en 2019) y su variabilidad depende del precio internacional del GLP.
- En una comparación de costos unitarios de importación de GLP (en USD/energía equivalente en kW-h, esto es entre 5 y 14 ¢USD/kW-h) versus el costo de generación/distribución de la energía eléctrica (que ha ido decreciendo de 5.4 a 3.35 ¢USD/kW-h) y sus respectivos costos para el usuarios (GLP: 2.4 ¢USD/kW-h, tarifa eléctrica: entre 9 y 10 ¢USD/kW-h), se demuestra que el costo de generación/distribución de la electricidad para inducción se encuentra por debajo del costo internacional de importación del GLP para beneficio del estado, mientras que el valor de la tarifa al público de electricidad puede resultar ligeramente superior o ligeramente inferior al costo de importación del GLP (sin considerar el subsidio), nuevamente, de acuerdo al costo internacional de mercado del GLP.
- La implementación del PEC evita generar 14.300 toneladas de CO₂ mensualmente gracias al cambio de fuente de energía para la cocción.

INTRODUCCIÓN

Nuestro país ha implementado un sistema de cocción limpia de envidiables características. Desde los años 70, el Ecuador ha adoptado el gas licuado de petróleo (GLP) como su

principal fuente de energía para la cocción, sustituyendo progresivamente, **de manera muy positiva**, el uso de biomasa (leña/carbón vegetal) y kerosene. En el mundo, 2.7 mil millones de personas usan biomasa regularmente como combustible para cocción. Esta biomasa se quema en

condiciones que generan contaminación dentro de los hogares, por lo que afectan la salud de las familias por la emisión de partículas finas (PM_{2.5}) y otros contaminantes peligrosos (Quinn et al. 2018). En el mundo, se registra que entre dos y tres millones (2.3 MM en 2019) (The Institute for Health Metrics and Evaluation 2020) de personas mueren cada año como consecuencia de los subproductos nocivos de la cocción con combustibles tradicionales (leña, carbón, kerosene y otros productos similares) que causan enfermedades pulmonares y cardiovasculares (Abbafati et al. 2020).

La Universidad San Francisco de Quito (USFQ), en asociación con la Universidad de Columbia, NY-EEUU, y el apoyo de los *National Institutes of Health* (NIH) de los Estados Unidos de América, ha venido ejecutando a lo largo de los pasados tres años, estudios de las fuentes de cocción en el Ecuador. Nuestro país es considerado un modelo referencial en el exterior por su manejo de fuentes de energía limpia para cocción, amigables con el medio ambiente y de bajo impacto a la salud de sus usuarios: el GLP y la electricidad. El Ecuador es uno de los pocos países que subsidia dos fuentes de energía para la cocción. Como es de conocimiento público, para incentivar el uso de las cocinas de inducción, el estado ecuatoriano en el año 2014 inició con el “Programa de Eficiencia Energética para Cocción por Inducción y Calentamiento de Agua con Electricidad en sustitución del gas licuado de petróleo en el sector residencial – PEC”, cuyo objetivo principal fue promover el uso de la energía producida localmente e incentivar una transición de los combustibles de cocción fósiles hacia la electricidad usando cocinas de inducción. Los impactos de esta transición nacional en la matriz energética, los gastos del gobierno en subsidios, las emisiones de gases de efecto invernadero y la salud pública son temas de crucial interés y merecen ser estudiados. La USFQ ha establecido un Memorando de Entendimiento con el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables (MERNNR) para analizar reportes e información relacionados con el PEC. En el Memorando de Entendimiento, el MERNNR y la USFQ expresan su compromiso de analizar los registros de consumo de electricidad a nivel de hogar para los participantes del PEC de las diferentes regiones del país. Los datos han sido

obtenidos de las siguientes fuentes: 1) datos de los informes públicos de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNNR), que proveen el número de usuarios PEC en cada parroquia desde el inicio del programa en el año 2015; y 2) la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) ha entregado los datos de consumo mensual de electricidad a nivel de hogar en los periodos de enero 2015 a julio de 2020. Los datos obtenidos son de 1.07 millones usuarios en total, tanto PEC (161.000) como no-PEC (909.000).

DATOS DEL PEC - PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA COCCIÓN POR INDUCCIÓN Y CALENTAMIENTO DE AGUA CON ELECTRICIDAD EN SUSTITUCIÓN DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN EL SECTOR RESIDENCIAL

A continuación, se describe brevemente la inserción del programa PEC a nivel nacional con datos desde el año 2015. La figura 1 muestra el incremento de los usuarios PEC para las distintas empresas de distribución eléctrica. En los inicios del año 2015 hasta finales del 2016 se puede observar un crecimiento lineal, con un incremento aproximado de 15 000 usuarios PEC cada mes. Se observa una disminución en la tasa de incremento de participantes a mediados del 2016 hasta mediados del 2017 y se aproxima hasta cero en el 2018.

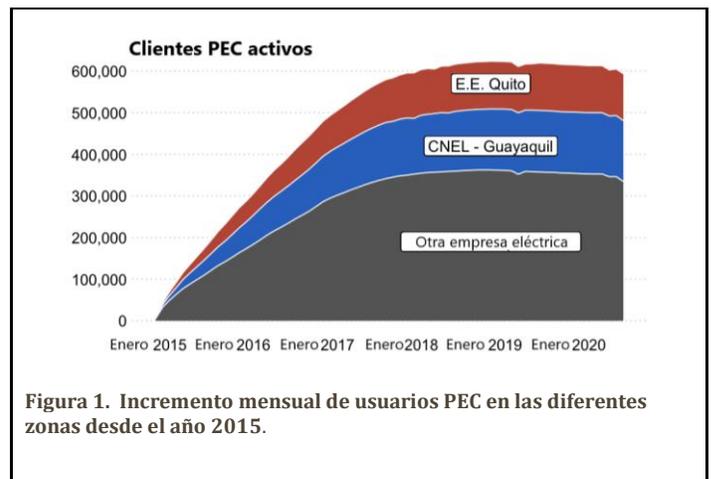
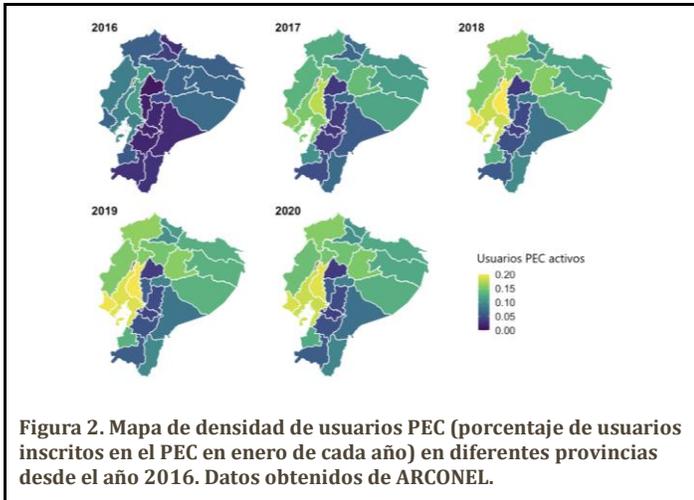


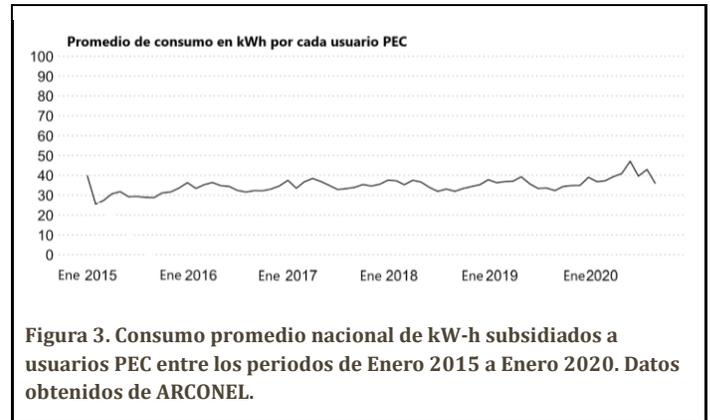
Figura 1. Incremento mensual de usuarios PEC en las diferentes zonas desde el año 2015.

La mayoría de los usuarios PEC se encuentran en las ciudades de Quito y Guayaquil, junto con los cantones alrededor de

estas ciudades principales. En la Figura 2, se puede observar además altas concentraciones de los participantes PEC en zonas de la región costa y el norte de la Amazonía, especialmente en las provincias de Santa Elena, Los Ríos, Esmeraldas y Napo.



En consideración del subsidio de 80 kW-h al consumo de las cocinas de inducción sobre su línea base de consumo eléctrico, y usando la información recibida por la ARCONEL a nivel de parroquias se estima que en promedio cada cliente se beneficia aproximadamente de 35 kW-h de subsidio de electricidad cada mes. La Figura 3 muestra el promedio en kW-h del beneficio del subsidio desde enero 2015 a enero 2020, y su variación temporal, la cual se mantiene estable tanto durante los periodos de crecimiento de los beneficiarios, como a partir de 2019, donde la inscripción de nuevos usuarios es casi nula. Esto fundamenta el hecho de que nuevos usuarios en el sistema (ejm. de reactivar el programa PEC con nuevos usuarios que deseen enrolarse en el programa) podrían continuar demostrando el mismo comportamiento.



La Figura 4, muestra el cambio del consumo eléctrico de los usuarios PEC de la zona de servicio de la EEQ, en referencia al mes de su inscripción en el programa, estratificados según su consumo total de energía. Se identifica que un usuario promedio, al inscribirse en el PEC, se asocia con un aumento de 30,7 kW-h en el consumo total de electricidad -electricidad subsidiada- (con un intervalo de confianza estadístico del 95%: 21,3 a 40,1 kW-h por mes). Se observa un incremento abrupto de consumo de electricidad al inicio del usuario en el programa, seguido de un periodo de aproximadamente cuatro meses en el que continúa el incremento del consumo hasta alcanzar un comportamiento estable. Hay varias causas posibles que pueden explicar este progresivo incremento en el consumo: 1) los hogares tienen un periodo de adaptación a la nueva tecnología de cocción en el que adquieren experiencia y paulatinamente consumen cada vez más energía; 2) los hogares, inicialmente no conocen cuánta electricidad consumen y comienzan a usar su nueva cocina con la incertidumbre de saber cuánto aumentará su factura de electricidad, pero luego de observar que consumen menos de 80 kWh y no se les cobra dinero adicional, aumentan progresivamente el uso de la cocina de inducción; y/o 3) algunos usuarios pueden haberse inscrito en el PEC, pero no poseen las instalaciones o equipamiento necesario, para usar su cocina de inducción (falta conexión 220v, o su conjunto de utensilios de cocina y de ollas no es compatible con inducción). Nuestros resultados a nivel de encuestas denotan que existen hogares que no usaron sus cocinas durante varios meses hasta que fue técnicamente factible.

En un análisis similar pero esta vez estratificado de los usuarios PEC según su línea base, se identificó que el incremento promedio de consumo eléctrico fue mayor en el grupo de línea base menor a 100 kW-h con un promedio de incremento de 41 kW-h por mes; seguido de un incremento para el grupo de línea base de 100-175 kW-h de 31 kW-h por mes, y finalmente, para el grupo de consumo mayor a 175 kW-h el incremento fue de 13 kW-h por mes.

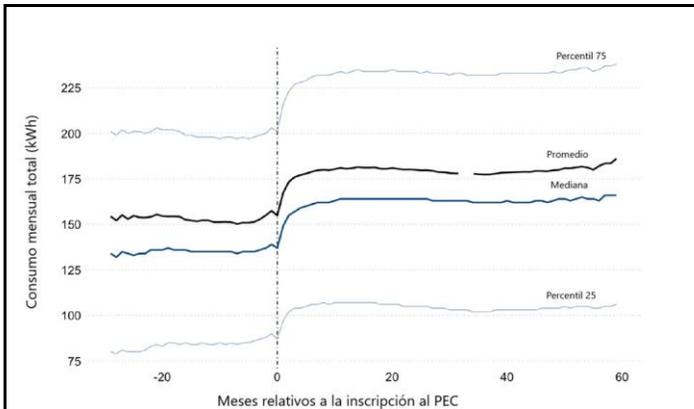


Figure 4. Incremento del consumo eléctrico mensual después de la inscripción del usuario en el programa PEC. Se presenta el consumo eléctrico mensual de los usuarios PEC de la EEQ por cada mes y con referencia al mes de iniciación en el programa.

La información muestra que aquellos usuarios con una menor capacidad de pago de energía (línea base más baja) fueron más propensos a recibir un impacto con un alza del consumo eléctrico. Una hipótesis que se plantea, es que se trataría de usuarios con familias más numerosas, inferior calidad de utensilios y por tanto menor eficiencia, o inclusive, alguna diferencia en el tipo de alimentos sometidos a cocción (cocinan granos o alimentos de lenta cocción por largo tiempo).

Una vez analizado el promedio de incremento de energía, y la transición en el consumo luego de la inscripción, en la Figura 5, se muestra la evolución del consumo de electricidad subsidiada para cocción (correspondiente a los usuarios PEC-EEQ), a medida que pasan los meses después de su inscripción. Pocos son los usuarios que inmediatamente después de la inscripción, empiezan a utilizar los 80 kW-h

subsidiados (19%) y más bien son más, aquellos que no usaron la cocina (28%).

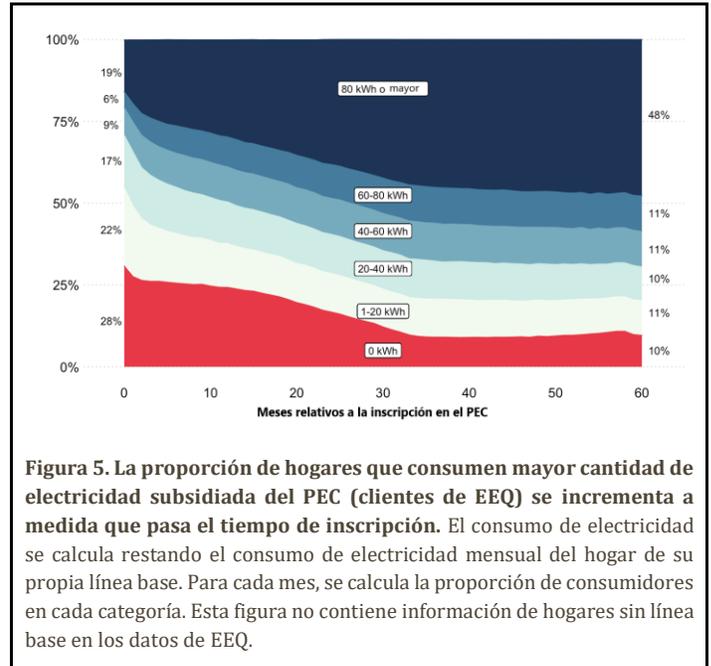


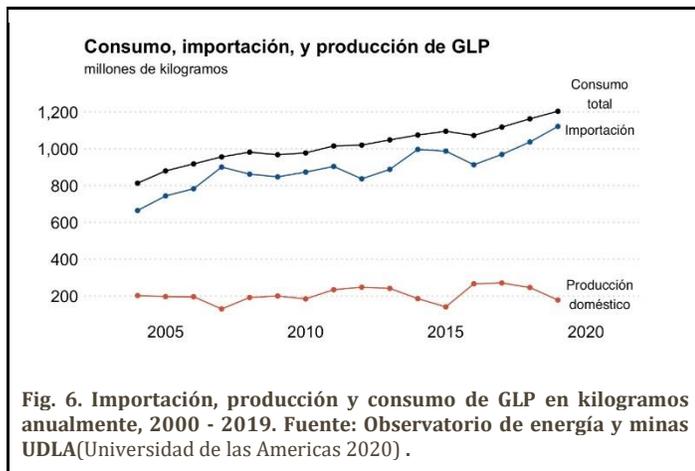
Figura 5. La proporción de hogares que consumen mayor cantidad de electricidad subsidiada del PEC (clientes de EEQ) se incrementa a medida que pasa el tiempo de inscripción. El consumo de electricidad se calcula restando el consumo de electricidad mensual del hogar de su propia línea base. Para cada mes, se calcula la proporción de consumidores en cada categoría. Esta figura no contiene información de hogares sin línea base en los datos de EEQ.

Es particularmente destacable en la Figura 5, que los usuarios después de haber transcurrido aproximadamente 32 meses de su inscripción en el PEC, han definido su rutina de uso de su cocina de inducción en la EEQ, y que el 48% de hogares consumen más de los 80 kW-h subsidiados. Los datos aquí no diferencian entre usuarios con beneficio de 80 kW-h para cocción y beneficiarios de los 80 kW-h+20 kW-h de inducción y calentamiento de agua con electricidad. Esta estabilización del comportamiento en el consumo de los usuarios permite realizar proyecciones futuras de consumo con alta certidumbre.

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PEC

Al promover el uso de energía eléctrica en cocción, se espera una sustitución del uso de GLP que es mayormente importado en el Ecuador. Por tanto, es de interés general evaluar los resultados que la implementación del subsidio y venta de cocinas de inducción ha tenido a lo largo de los años recientes. En la Figura 3, se identificó que los hogares inscritos en el PEC, consumen un promedio de energía en inducción de 35 kW-h

mensuales. La Figura 3 también sugiere que este comportamiento se ha mostrado estable entre enero 2015 a enero 2020 (60 meses), por lo cual, se prevé que la tendencia continúe en los siguientes meses. Surge la pregunta acerca de la efectividad del subsidio a la electricidad y si este está sustituyendo efectivamente al uso de GLP. A nivel macroeconómico, la Figura 6, muestra un histórico de la importación y producción de GLP para uso doméstico. Los datos muestran la tendencia a incrementar el consumo de GLP anualmente, sin que aumente significativamente la producción local de GLP.



A nivel macroeconómico, no se observa una disminución significativa en la importación de GLP por el ingreso del programa PEC, por el contrario, se puede ver que a partir de un ligero descenso en las importaciones en el año 2016 (que se compensa con una mayor producción local de GLP) viene un incremento lineal del volumen de GLP importado. Esto puede ser un efecto esperado según las tendencias de años anteriores mostradas por el aumento de la población.

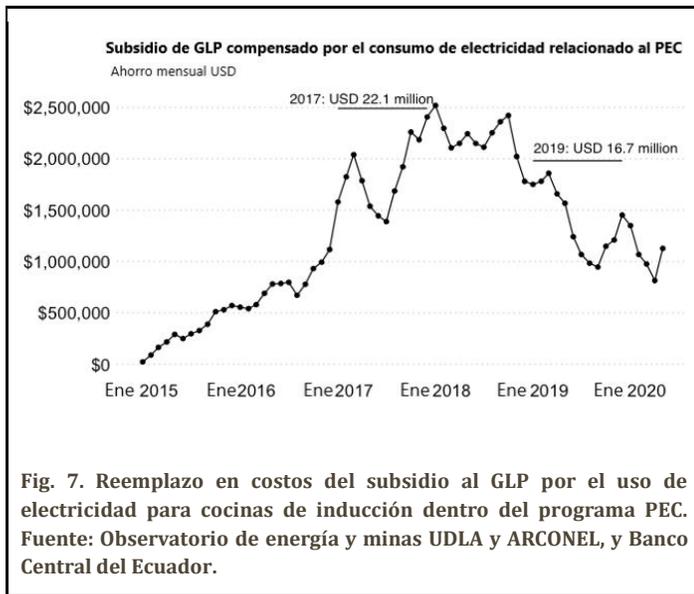
Sin embargo, es de interés evaluar económicamente el impacto que ha tenido el programa PEC desde sus inicios. Para establecer una comparación entre el costo sustituido de importaciones de GLP por electricidad como energía de cocción por inducción, primero se evalúa un equivalente de energía entre electricidad y GLP, bajo la siguiente suposición: el subsidio de 80 kW-h de electricidad para inducción corresponden a la energía en cocción de 1.2 tanques de 15 Kg

de GLP (Gould et al. 2018) (puede existir una variación entre 0.8 a 1.3 tanques, este dato es sensible a la eficiencia energética de los sistemas). Se adopta aquí la equivalencia energética “de cocción” de 1 kg-GLP \equiv 4.44 kWh -electricidad. Esta equivalencia energética “de cocción” involucra la eficiencia energética de cada uno de los sistemas, GLP e inducción; y asume la transferencia energética a los alimentos como factor común, así: dado que el GLP tiene una capacidad calórica de 50 MJ/kg, los 1.2 tanques de 15 kg definirían una cantidad de energía disponible de 900 MJ. De estos, solo una fracción se transfiere a los alimentos. En el caso del sistema cocinas de gas y su respectiva batería de ollas, la eficiencia energética se ha medido que en promedio es del 30% (Lechón 2018). Es decir, 270 MJ pueden ser transferidos a los alimentos para cocción. Del tanque además, no es posible usar el 100% por la reducción de la presión interna del tanque al consumirse. Asumiendo un uso del 96%, el consumo mensual promedio sería de 259.2 MJ de GLP, que equivalen a 72 kWh (equivalencia de 1 kWh \equiv 3.6 MJ). Ahora, en un sistema de inducción (cocina/batería de ollas compatibles) se ha identificado que la eficiencia energética es del orden del 90%. Por tanto, la cocina de inducción consumirá un total de 80 kWh. Existe una significativa diferencia de eficiencia energética entre los procesos de cocción por GLP e inducción de alrededor de 30% versus 90%, en el primero, la disipación de calor a los alrededores por conducción y convección es considerable en tanto que en inducción el calor se genera en la base de los utensilios por la interacción de campo magnético con el material ferromagnético y de ahí se transfiere al alimento, siendo su disipación significativamente menor.

Con el valor de 1 kg-GLP \equiv 4.44 kWh -electricidad, se puede estimar el ahorro en GLP que ha representado la implementación progresiva del uso de inducción. Usando datos históricos del subsidio mensual de GLP reportados por el “Observatorio de Energía y Minas” de la Universidad de las Américas-UDLA (Universidad de las Americas 2020), el valor del subsidio del GLP oscila entre 0.15 y 0.51 USD/kg de GLP entre los meses de enero 2015 a septiembre 2020. Con esta información, la Figura 7 muestra el ahorro mensual gracias al reemplazo del costo del subsidio de GLP por la implementación de las cocinas de inducción. Los valores del subsidio del GLP son publicados por el Banco Central del

Ecuador y excluyen el IVA, gastos operacionales de distribución, pago de tributos y seguros.

Se observa que la sustitución del costo del subsidio al GLP se va incrementando a medida que el número de usuarios PEC también incrementan y que la sustitución anual es directamente dependiente del precio internacional de mercado de GLP. De lo que va del programa PEC, el año 2017 muestra el período de mayor ahorro con 22.1 MM de USD, en tanto que, en el año 2019, con casi el mismo número de usuarios PEC que 2017 llegó a ser de 16.7 MM de USD.



Para establecer una comparación entre los costos de la energía de ambas fuentes GLP y electricidad, a continuación, se presenta en la Figura 8, una comparación de precios unitarios (costo/energía, en USD/kW-h) entre el costo de la energía producida por las compañías de generación nacional, la tarifa eléctrica promedio al consumidor y el costo de importación de GLP (cuya energía es expresada en su equivalente en kW-h).

El costo unitario de la energía producida que incluye el costo de generación y de distribución dentro del Sistema Nacional Interconectado, ha venido reduciéndose desde el año 2015, con un valor de 5.40 USD/kW-h hasta alcanzar el precio de 3.35 USD/kW-h en el año 2019 (CENACE 2019); esto gracias a la inserción en operación de las nuevas centrales

hidroeléctricas y la sustitución de la generación con combustibles fósiles. Por otra parte, la tarifa promedio de facturación de energía incluyendo todos los sectores (residencial, comercial, e industrial) oscila entre 9 y 10 USD/kW-h , en el mismo periodo. Se evalúa también el costo de importación de GLP con su equivalente en kW-h (a través de la equivalencia energética “de cocción” de 1 kg-GLP \equiv 4.44 kW-h, antes mencionada). Este valor oscila entre 5-14 USD/kW-h dependiendo del precio internacional de mercado del GLP.

De este análisis de precios unitarios en la Figura 8, se desprende que el costo de la generación y distribución eléctrica en el país (línea naranja), es competitivo con respecto al costo de importación de GLP (línea azul entrecortada). Se destaca el progresivo descenso del costo de generación y distribución a lo largo de los últimos cinco años a medida que las centrales hidroeléctricas ingresan en funcionamiento. En todo el período, este costo se mantiene menor al del GLP. Este último puede experimentar precios altos (como en el 2017 y 2018) o bajos como a inicios del 2020, sin embargo, en todo el período, la sustitución del GLP por energía eléctrica, beneficia al estado por su menor costo. La tarifa eléctrica al consumidor (línea gris) y la tarifa fija del GLP al consumidor (línea negra entrecortada) muestran que el usuario de las compañías eléctricas paga una tarifa que produce un margen de utilidad, mientras que la tarifa de cobro del GLP es altamente subsidiada. Mas si comparamos la tarifa eléctrica al consumidor (línea gris) al costo de importación de GLP (línea azul entrecortada), los datos indican que podría ser más barato para un usuario cocinar con GLP aún sin subsidio que con inducción por ejm., en el período noviembre 2015-nov 2016. En los meses de enero 2017 a marzo 2019, por la elevación del precio internacional, la relación se revierte. Se debe mencionar que este análisis merece ser extendido considerando el costo de distribución de GLP y por tanto el precio real de entrega al consumidor, y también el costo sobre la electricidad que responda a la inversión en las plantas hidroeléctricas implementadas por el estado.

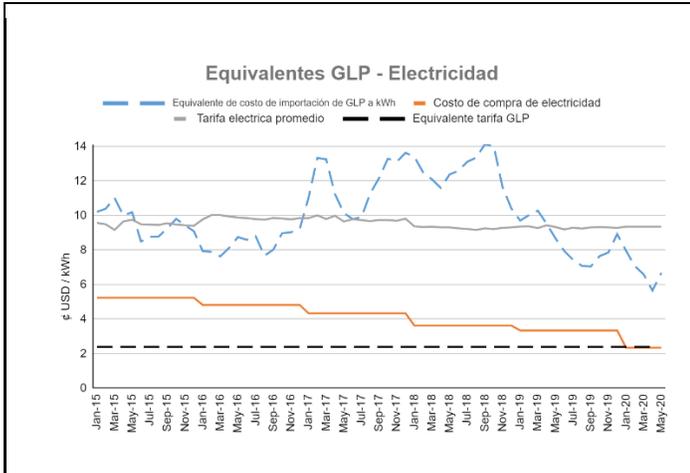


Fig. 8. Comparación de precios unitarios (costo/energía, en €USD/kW-h) entre el costo de la energía de ambas fuentes GLP y electricidad: costo de generación/distribución de la energía eléctrica producida por las compañías nacionales (naranja), tarifa eléctrica promedio pagada por el consumidor (gris), costo de importación de GLP (azul entrecortada-la energía es expresada en su equivalente en kW-h), y tarifa de GLP al usuario (negro-entrecortada).

Las líneas sólidas responden a electricidad. El estado produce energía cuyo costo ha ido decreciendo gracias a la implementación de centrales hidroeléctricas cuyos costos de generación son menores que las centrales térmicas. La tarifa eléctrica se ha mantenido estable y produce un margen de ganancia al estado ecuatoriano con respecto al costo de generación/distribución.

Las líneas entrecortadas responden a GLP. El precio internacional produce oscilación del costo mientras que el Estado mantiene la tarifa para el consumidor siempre fija. El GLP está subsidiado para el usuario, unos meses con mayor margen que en otros dependiendo del precio de mercado.

Para el Estado, es definitivamente más conveniente generar energía eléctrica para cocción y no importar GLP (comparar línea azul entrecortada y línea naranja). En tanto que, para un usuario, en el escenario que ninguno de los combustibles es subsidiado, puede resultar más económico, usar GLP que electricidad (comparar líneas gris y azul entrecortadas) dependiendo del precio internacional- en la figura entre Nov-17 y Nov-18, cocinar con GLP sería más costoso.

Fuente de datos: Informes anuales CENACE y ARCONEL, Observatorio de energía y minas UDLA.

Los beneficios directos a la salud pública por la reducción de partículas finas inferiores a $2,5 \mu\text{m}$ ($<\text{PM}_{2.5}$) y NO_2 no están incluidas en el presente análisis económico, sin embargo, su relevancia es indiscutible. Si se evalúa económicamente, el aporte de emisiones de CO_2 por la combustión de GLP, que es reducido a cero con la sustitución por cocinas de inducción, se puede considerar un valor monetario unitario generado por la sustitución del GLP en favor de la inducción. El consumo de 1

Kg de GLP produce 3.03 Kg de CO_2 , considerando la combustión directa.

Aunque en la actualidad, no exista un precio establecido para fijar el valor monetario de la tonelada métrica de CO_2 , de acuerdo con Poelhekke (Poelhekke 2019), el precio de la emisión de CO_2 depende del impacto social que este genere. De acuerdo a los reportes del Banco Mundial del año 2020, en todo el mundo en el año 2019 se recaudaron US \$45 mil millones de dólares en remesas provenientes de impuestos a la producción de CO_2 . El precio de la tonelada de carbono a nivel mundial oscila en valores menores a \$1 USD hasta \$119 USD; dependiendo de las políticas medio ambientales de la región que se considere. En América Latina, países como México, Argentina y Colombia, que han colocado el impuesto a las emisiones de CO_2 , estableciendo un rango entre 1 a 4 USD por tonelada métrica producida (World Bank 2019).

Adoptando este costo, cada Kg de GLP sustituido por electricidad representa un descuento de entre 0.3 €USD/kg-GLP o 0.05 €USD/kW-h equivalente. Esto representa un aporte poco interesante al costo de competencia de sustituir el GLP con electricidad de fuente renovable pero no debe dejar de considerarse que la implementación del PEC, evita generar 14.300 toneladas de CO_2 mensualmente gracias al cambio de fuente de energía para la cocción, lo que aporta al objetivo de reducción de emisiones para mitigar el cambio climático y atender al acuerdo de París, firmado por el Ecuador. El presente análisis no considera la huella de carbono en la extracción, transporte y distribución de GLP, ni tampoco la de la generación de energía eléctrica, transmisión y distribución.

CONCLUSIONES

La cocción por inducción es sin duda, el sistema económicamente más rentable que tiene el Ecuador, además de ser un ejemplo a nivel mundial en la provisión de energía limpia para la cocción, especialmente por la protección de la salud de los usuarios evitando emisiones contaminantes como partículas $\text{PM}_{2.5}$ o gases subproductos de la quema de biomasa o GLP (NO_2 , CO, CO_2 , formaldehídos, etc.).

Actualmente, cerca del 10% de los hogares que consumen electricidad en el Ecuador son beneficiarios del PEC. Es

evidente que el programa no ha alcanzado su objetivo original de una transición masiva del GLP a la electricidad como se había proyectado, sin embargo, representa el cambio más grande a cocción usando energía eléctrica alrededor de todo el mundo, con un efecto muy importante en la mejora de la salud de la población, en la sostenibilidad y eficiencia energética, y la reducción de la huella de carbono en el consumo de energía domiciliar.

De enero 2015 a enero 2018 se apreció un crecimiento lineal del total de cocinas de inducción implementadas en el marco del programa PEC hasta llegar a aproximadamente 600.000 cocinas. Considerando el uso energético, se identificó un promedio de incremento de 35 kW-h entre los usuarios a nivel nacional, y ese valor se ha mantenido durante los años del programa hasta la actualidad. Se ha identificado que los usuarios de menor línea base presentan un mayor incremento en el consumo de energía subsidiada en la transición a la nueva forma de energía. Esta transición del consumo entre los usuarios es progresiva e incremental, hasta llegar a un estado estable.

Se han presentado datos económicos que demuestran el ahorro para el país en el reemplazo de las importaciones de GLP por el uso de energía renovable producida en el país. En la comparación de costos unitarios se demuestra también que el costo de generación/distribución de la electricidad se encuentra por debajo del costo internacional del GLP, mientras que los valores de tarifa al público de electricidad, se encuentran similares al anterior, lo que en cierta manera otorga una competitividad equivalente a ambos sistemas en precio, pero esto no se demuestra en el mercado, por el alto subsidio al GLP.

Esperamos que esta información sea de relevancia para la toma de decisiones. De requerirse expandir información en algún tema en particular, estaremos gustosos de colaborar con la misma.

BIBLIOGRAFÍA

Abbafati, C., D. B. Machado, B. Cislighi, O. M. Salman, M. Karanikolos, M. McKee, K. M. Abbas, et al. 2020. "Global

Burden of 87 Risk Factors in 204 Countries and Territories, 1990–2019: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019." *The Lancet* 396 (10258): 1223–49. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30752-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30752-2).

CENACE. 2019. "Informe Anual 2019." <http://www.cenace.gob.ec/informe-anual-2019/>.

Gould, Carlos F., Samuel Schlesinger, Andres Ochoa Toasa, Mark Thurber, William F. Waters, Jay P. Graham, and Darby W. Jack. 2018. "Government Policy, Clean Fuel Access, and Persistent Fuel Stacking in Ecuador." *Energy for Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2018.05.009>.

Lechón, Edison. 2018. "Energy Efficiency of Utensils Used in Liquefied Gas and Induction Stoves." UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO.

Poelhekke, Steven. 2019. "How Expensive Should CO2 Be? Fuel for the Political Debate on Optimal Climate Policy." *Heliyon* 5 (11): e02936. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02936>.

Quinn, Ashlinn K., Nigel Bruce, Elisa Puzzolo, Katherine Dickinson, Rachel Sturke, Darby W. Jack, Sumi Mehta, Anita Shankar, Kenneth Sherr, and Joshua P. Rosenthal. 2018. "An Analysis of Efforts to Scale up Clean Household Energy for Cooking around the World." *Energy for Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2018.06.011>.

The Institute for Health Metrics and Evaluation. 2020. "Global Burden of Disease (GBD)." University of Washington Center for Health Trends and Forecasts. 2020. <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>.

Universidad de las Americas. 2020. "Observatorio de Energía y Minas." SSN Digital: 2477-9016. 2020.

World Bank. 2019. "State and Trends of Carbon Pricing 2019." *State and Trends of Carbon Pricing 2019*. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1435-8>.

COLABORADORES

- **Universidad San Francisco de Quito, Clean Cooking Lab, Quito, Ecuador**

Iván Nolivos, Emilio Molina, Prof. M. Lorena Bejarano, PhD;
Prof. Alfredo Valarezo, PhD.

- **Department of Environmental Health Science, Columbia University Mailman School of Public Health, New York, NY, USA**

Carlos F. Gould, MA MPhil; Prof. Darby W. Jack, PhD.

- **Consultor Independiente**

Samuel B. Schlesinger, MA;

Contáctenos: Prof. Alfredo Valarezo /Clean Cooking Lab-
USFQ. / avalarezo@usfq.edu.ec / Cel: 0998674454