

COCINA DE INDUCCIÓN VERSUS COCINA A GAS (GLP)



Introducción

La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – SENPLADES, en su condición de Secretaría Técnica del Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa, elaboró el Plan Nacional de Desarrollo, denominado Plan Nacional para el Buen Vivir (PNBV 2009-2013) como el instrumento del Gobierno Nacional para articular las políticas públicas con la gestión y la inversión pública.

El Plan cuenta con 12 Estrategias Nacionales; 12 Objetivos Nacionales, de entre los cuales y específicamente en la Estrategia 6.7, referida al **Cambio de la Matriz Energética**, se indica lo siguiente: "...El programa de sustitución de cocinas a gas (GLP) por cocinas de inducción deberá ejecutarse tan pronto como exista la factibilidad de la generación eléctrica para este plan. Los ahorros energéticos vienen emparejados con la disminución de contaminantes..."

Con la finalidad de armonizar el programa de implementación de sustitución de cocinas a gas (GLP) por cocinas eléctricas de inducción, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) se encuentra en plena difusión de su **Plan Nacional de Cocina Eficiente**, manteniendo reuniones de socialización del mismo, con actores, representantes, responsables y gestores

de los sectores energético, eléctrico y productivo del país, con la finalidad de establecer los requerimientos técnicos del proyecto y definir acciones de corto y mediano plazo para la implementación del mismo, acciones que permitirán estar plenamente preparados para dicha sustitución tecnológica.

Para que el presente programa de sustitución tecnológica sea exitoso, debe cumplir con las siguientes características: 1) debe ser específico, definiendo claramente a qué y con qué sectores se iniciará la implementación del mismo; 2) debe ser medible, pues lo que no se mide; no se puede controlar y lo que no se controla; no se puede gestionar; 3) debe ser alcanzable, definiendo de manera responsable el universo objetivo y sus límites; 4) debe ser orientado a obtener resultados satisfactorios; a saber: Ahorro económico para el Estado ecuatoriano y para los consumidores, incentivo para las empresas productoras, generación de fuentes de trabajo, reducción de emisión de gases efecto invernadero, entre otros; y, 5) debe ser definido en el tiempo, acompañado debidamente con un estricto cronograma de ejecución.

Todo esto, teniendo como premisa que este proyecto de sustitución tecnológica debe ser el cierto y firme inicio del desarrollo de los grandes proyectos necesarios para reorientar al sistema energético nacional hacia un sistema eficaz, eficiente y amigable con el medio ambiente, características que no solo deben ser parametrizadas con un retorno económico-financiero de la inversión que haga o tenga que hacer el Estado ecuatoriano; sino también, considerar responsablemente los retornos social, medio ambiental y sus relaciones.

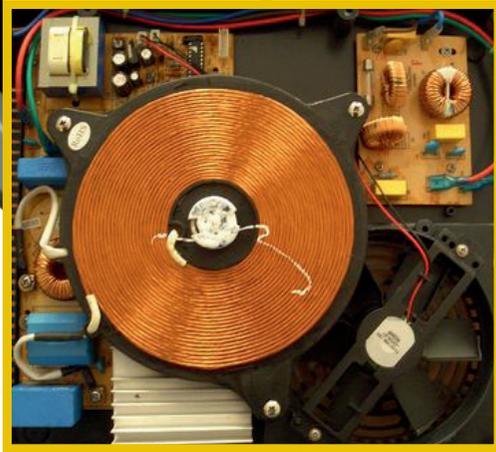


Ing. Alberto Tama Franco
MAE, MGE, MBA
Asesor de la Gerencia
General de la Corporación
Eléctrica del Ecuador

¿Cómo funciona una Cocina eléctrica de Inducción?

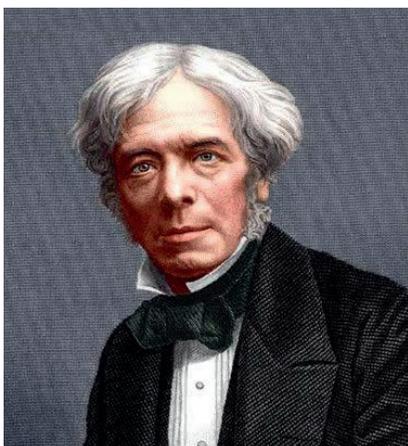
Para entender cómo funciona una cocina de inducción es necesario recordar brevemente el fenómeno de la inducción magnética. Los experimentos del Físico y Químico inglés Michael Faraday (1791-1867) en Inglaterra en 1831 y los efectuados de forma independiente por Joseph Henry en Estados Unidos, ese mismo año, mostraron que es posible inducir una fuerza electromotriz (fem – voltaje inducido) en un circuito, utilizando un campo magnético variable. Los resultados de estas evidencias experimentales sirvieron como base para enunciar una ley básica y muy importante del electromagnetismo que se conoce como la Ley de la Inducción de Faraday. Una fem (y, por lo tanto, también una corriente) puede ser inducida en diferentes procesos que involucran un cambio en el flujo magnético.

En consecuencia, si una corriente eléctrica de frecuencia variable ge-

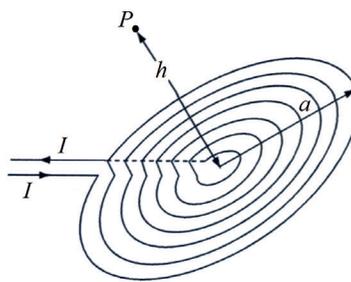


nera un campo magnético, dicho campo magnético variable induce una corriente eléctrica en un circuito cerrado; ésta última a su vez, se relaciona con un campo eléctrico no conservativo.

En esencia, la cocina de inducción es un tipo de cocina vitro cerámica, cuyo elemento principal, ubicado debajo de la zona de cocción, es una bobina plana de cobre y con forma de espiral, por la que se hace pasar una corriente eléctrica I de frecuencia variable (20 – 100 kHz), la misma que genera una densidad de flujo magnético alterno, con la misma frecuencia con la que varía la corriente en la bobina.



Debido a que la bandeja (cacerola, olla, sartén, cazuela, puchero, etc.), que se asienta en la zona de cocción, está muy próxima a la precitada bobina espiral, el campo magnético, producido por esta última, será aproximadamente el mismo en toda esa región; y estará dado por la siguiente expresión:



$$\mathbf{B}(P) = \sum_{i=1}^N \frac{\mu_0 I (ai)^2}{2N^2 \left[h^2 + \left(\frac{ai}{N} \right)^2 \right]^{3/2}} \boldsymbol{\mu}_z$$

Donde:

a es el radio de la bobina plana de cobre y con forma espiral.

h es la altura por encima de la bobina a la cual se está determinando la densidad de flujo magnético.

N es el número de espiras o de vueltas que tiene la precitada bobina, asumiendo que se encuentran uniformemente distribuidas y que cada espira o vuelta es una espiral circular perfecta.

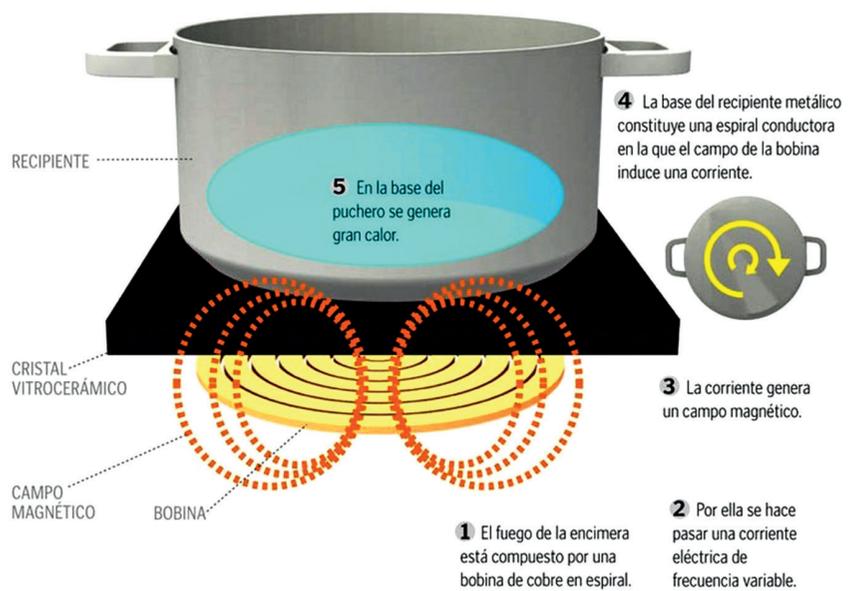
i es el elemento espira circular perfecta, que va desde 1 hasta.

Este campo magnético, no provoca interacción alguna si no está presente algún conductor eléctrico. Los recipientes (cacerolas, ollas, sartenes, cazuelas, pucheros, etc.) que se utilizan en las placas de inducción, deben estar contruidos de materiales metálicos que tengan excelente conductividad eléctrica, asegurando de esta manera, que la resistencia eléctrica del recipiente sea muy pequeña, lo cual posibilita la circulación interna de las llamadas corrientes inducidas. Adicionalmente, estos materiales deben ser ferromagnéticos, con la finalidad de aprovechar la histéresis

magnética, que es la propiedad que tienen dichos materiales de presentar oposición al cambio de la densidad de flujo magnético.

El precitado campo magnético atraviesa sin obstrucciones a través de la cubierta de cerámica (material dieléctrico) de la placa de cocción; y penetra en la bandeja (cacerola, olla, sartén, cazuela, puchero, etc.) que se asienta en la zona de cocción, creando una corriente circular en la base eléctricamente conductora de la cacerola (corrientes de Foucault – corrientes de Eddy en inglés). Por la presencia de estas corrientes inducidas; y debido a la frecuencia que se está utilizando, se disipa energía en forma de calor por el efecto Joule, de manera elevada y rápida. Este principio detallado anteriormente se llama inducción magnética.

El campo alterno al ser forzado a ingresar en la capa externa de la base del recipiente; y en virtud de que la base de la cacerola está construida de un material conductor de excelente conductividad eléctrica, se incrementa la resistencia AC del material al incrementar la frecuencia de operación, produciendo un intenso calor; haciéndose presente además el efecto piel o efecto pelicular; por el cual, la intensidad del campo difícilmente puede propagarse en este tipo



de materiales y su intensidad decrece rápidamente.

De igual manera, dicho campo magnético alterno, dentro de la base de la cacerola, también magnetiza y desmagnetiza repetidamente el referido material, provocando que las moléculas de hierro vibren entre 20,000 a 50,000 veces por segundo, y la fricción entre ellas produce un calor adicional (pérdida por histéresis). La superposición del calor liberado por el efecto Joule, del calor liberado por el efecto pelicular y del calor debido a las pérdidas por histéresis es el que se emplea para cocinar los alimentos.

Estas corrientes inducidas generan gran calor en la base del recipiente, pero solo en el recipiente, ya que los materiales vitro cerámicos no son conductores y los campos magnéticos no provocan en ellos ninguna inducción. Esto supone que, al calentar el recipiente, este calienta la superficie de la hornilla y no ésta la cacerola. Todo funciona como si una transferencia “mágica” de energía de la red alcanzase la cacerola. Solo la cacerola se calienta, y solo hay consumo de energía cuando hay cacerola, alcanzándose la mayor eficiencia energética posible.

El Gas Licuado de Petróleo GLP como combustible

El gas licuado de petróleo (de allí sus siglas GLP) es obtenido durante la refinación del petróleo crudo, como uno de los tantos subproductos derivados. También se puede obtener de la refinación del gas natural (en este caso otro producto de diferentes características). Es una mezcla de propano C₃H₈ y butano C₄H₁₀ -hidrocarburos livianos, que son compuestos orgánicos formados únicamente por carbono e hidrógeno- por

lo general en una relación 70% - 30% o 60% - 40%, dependiendo del producto objetivo. El GLP se evapora a temperaturas y presión normales, por lo que se reparte o suministra en los clásicos balones o cilindros presurizados en estado líquido, de ahí su identidad de licuables. Es un derivado del petróleo de elevado poder calorífico y una densidad mayor que la del aire, utilizado en la cocción de alimentos, en la calefacción domiciliaria, como combustible para vehículos y refrigerante, como combustible en hornos, secadores y calderas de diferentes tipos de industrias, en

motores de combustión interna y en turbinas de gas para la generación de energía eléctrica, entre otros.

El poder calorífico o calor de combustión es la cantidad de energía (o calor) que libera una determinada cantidad (kilogramos, libras, metros cúbicos) de sustancia (combustible) durante la combustión (reacción de oxidación) completa. En otras palabras, el poder calorífico es la capacidad que tiene un combustible de ceder calor cuando está ardiendo. De aquí que para un cilindro de uso doméstico de gas licuado de petróleo GLP (15 kg), la cantidad de energía (o calor,) capaz de liberar, es la que se indica en la siguiente figura.





Equivalente Calorífico-Energético-Electricidad del GLP



Poder Calorífico o Calor de Combustión del GLP = 11,500 kcal/kg

1 kcal = 4.1868 kJ

1 kJ = 2.778x10⁻⁴ kWh

El Factor de Eficiencia Energética (EF)

Estudios realizados por el Departamento de Energía de los EEUU (DOE, acrónimo en Inglés de Department of Energy) determinaron que la eficiencia de diferentes tipos de cocinas es aquella que se indica en la siguiente tabla.

	Cocina a gas GLP	Cocina eléctrica Inducción	Cocina eléctrica Convencional
EFICIENCIA	40%	84%	74%

Observando los factores de eficiencia energética para cada una de las fuentes, se puede perfectamente decidir, realizando un análisis de costos, muy sencillo y que sean perfectamente comparables, cuál de ellas es económicamente más conveniente a los intereses de cada usuario. Para este fin, supongamos que queremos hervir 10 litros de agua (equivalente a 10 kg de agua) que se encuentran a la temperatura ambiente (25°C); entonces, la cantidad de calor y energía requerida será:

$$Q = m_{H_2O} c_{H_2O} \Delta T$$

$$\Rightarrow Q = 10 \text{ [kg]} \times 1 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \right] \times 75 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$\Rightarrow Q = 172,500 \text{ [kcal]}$$

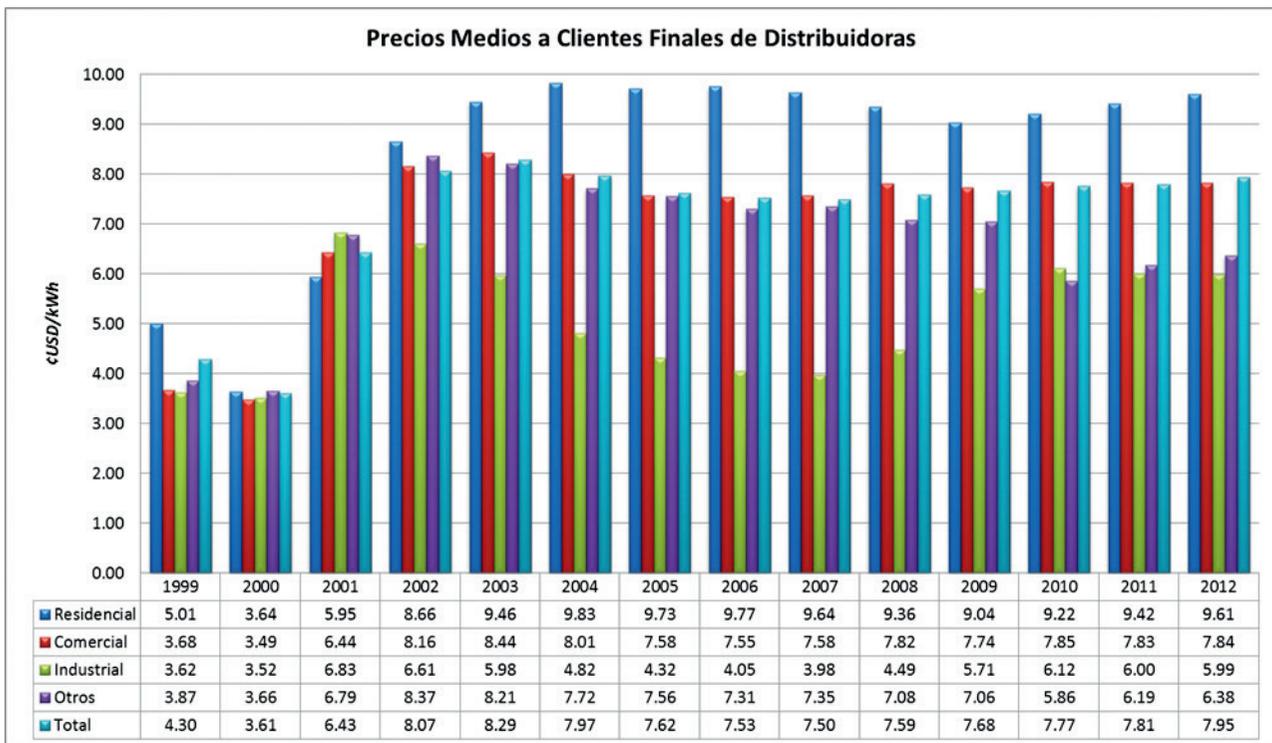
$$E = Q \text{ [kcal]} \times \frac{4.1868 \text{ [kJ]}}{1 \text{ [kcal]}}$$

$$E = 172,500 \text{ [kcal]} \times \frac{4.1868 \text{ [kJ]}}{1 \text{ [kcal]}}$$

$$E = 3,140.1 \text{ [kJ]}$$

Nota: para el presente cálculo, se ha considerado la tarifa promedio de venta de energía del año 2012, para los clientes Residenciales, que fue de **9.61 ¢USD/kWh**, según el portal del Consejo Nacional de Electricidad – CONELEC.

	Cocina a gas GLP	Cocina eléctrica Inducción	Cocina eléctrica Convencional
Eficiencia	40%	84%	74%
Unidad definida	Cilindro de GLP 15 kg	1 kWh	1 kWh
Energía por Unidad	722,223.0 kJ	3,600 kJ	3,600 kJ
Energía considerando el Factor de Eficiencia	288,889.2 kJ	3,024 kJ	2,664 kJ
Unidades para hervir 10 litros de agua	0.0109 cilindro	1.0384 kWh	1.1787 kWh
Costo por Unidad GLP subsidiado 1.60 USD/cilindro	1.744 ¢USD	9.979 ¢USD	11.327 ¢USD
Costo por Unidad GLP internacional 15 USD/cilindro	16.35 ¢USD	9.979 ¢USD	11.327 ¢USD



Como se puede apreciar, es indiscutible que al ser eliminado el subsidio del GLP e internacionalizar su precio de venta (estimado en 15 USD por cilindro de uso doméstico), **resulta ser un poco más económico consumir 1 kWh de energía a través de una Cocina de Inducción (9.979 ¢USD) que a través de una Cocina Eléctrica convencional (11.327 ¢USD) y que a través de una Cocina funcionando con GLP (16.35 ¢USD).**

La promesa de las Cocinas de Inducción



Por la naturaleza de la ciencia que se encuentra detrás de la forma de calentamiento, la tecnología de cocción

o calentamiento por inducción ofrece importantes ventajas y ligeras desventajas con respecto a las tecnologías tradicionales, entre ellas:

Ventajas:

Mayor eficiencia energética: Toda la energía es aprovechada, ya que sólo se emite la energía necesaria para calentar el recipiente, no el cristal ni aquellas zonas no cubiertas por el recipiente. Esta mayor eficiencia energética se hace presente por la reducción de las pérdidas de transferencia de calor por radiación al ambiente.

Rapidez de calentamiento: el calentamiento es más rápido y el calor se distribuye de manera más uniforme.

Mayor facilidad de limpieza: la menor temperatura de la superficie de cocción previene la combustión de restos de alimentos, redundando en una limpieza más sencilla.

Detección automática del recipiente: el sistema electrónico de las placas de inducción incorpora la funcionalidad de programar el tiempo que se la quiere tener encendida o detectar automáticamente la existencia o no de un recipiente sobre la superficie de cocción, y en función de esto encenderse o apagarse, evitando consumos energéticos innecesarios; e inclusive, adaptándose al tamaño del mismo, pues incorpora modernas técnicas de procesamiento de señales para lograr un control eficiente de la potencia.

Contaminación ambiental: al no utilizar combustibles fósiles para el calentamiento, no se ocasiona un impacto severo al medio ambiente.

Desventajas

Utensilios de cocina: sólo se puede utilizar con utensilios de acero o hierro ferromagnéticos. En consecuencia, el menaje de cocina tiene que ajustarse a esta realidad. Estos utensilios además deben tener como base, una superficie plana.

Costos: son más caras que cualquier otra cocina regular.

Suministro eléctrico: la falla o el inadecuado suministro del servicio eléctrico, puede ocasionar que se detenga el proceso de cocción.

más pequeñas que el umbral para la estimulación del sistema nervioso central.

También existe la preocupación de que personas que puedan tener un marcapasos implantado sufran un mal funcionamiento del mismo, debido a la interferencia de campos electromagnéticos. El estándar actual para placas de inducción establece que la unidad debe cumplir con el valor de referencia recomendado por la ICNIRP de tener una densidad de flujo magnético de 6.25 microteslas a una distancia 30 cm desde el campo de cocción cuando una zona de cocción se hace funcio-

nar con un recipiente adecuado que es lo suficientemente grande y está centrado en la zona de cocción.

Werner Irnich y Alan D. Bernstein establecieron que “Los pacientes están en riesgo: si el implante es unipolar y está ubicado del lado izquierdo, si se paran tan cerca como sea posible a la placa de inducción, y si la cacerola no es concéntrica con la bobina de inducción.” Por lo tanto, en circunstancias normales, las placas de inducción no deberían plantear problemas de seguridad para las personas que tienen implantes de marcapasos y están trabajando en la cocina.

Radiación Electromagnética



Hasta la fecha no hay estudios específicos sobre el efecto de las placas de inducción sobre la salud. Campos magnéticos de frecuencia media, de la clase generada por placas de inducción, pueden penetrar en el cuerpo humano, donde pueden inducir campos y corrientes eléctricas. Corrientes muy fuertes, posiblemente, pueden excitar los nervios del sistema nervioso central. Los límites de exposición según la Comisión Internacional sobre Protección Frente a Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP, por su acrónimo en inglés) sólo permiten corrientes, que son 50 veces



Precisiones y Recomendaciones

Resulta innegable, que de eliminarse el subsidio al GLP; y simultáneamente implementar el programa de sustitución tecnológica de las cocinas a gas por cocinas de inducción, deberá existir una seria revisión de las tarifas eléctricas, bien sea por sinceramiento hacia abajo, debido al ingreso futuro de importantes proyectos hidroeléctricos, que permitirán no solo el cambio de la Matriz de Oferta de Energía, sino también, el cambio de mentalidad del uso eficiente y eficaz de la energía; o bien sea, vía subsidio directo a la electricidad, política que deberá ser implementada de manera escalonada e inteligente. Esta última alternativa no debería ser considerada sino en caso extremo, pues se entiende que lo que se busca con el tiempo es la eliminación de los subsidios, carga financiera que no aporta en nada a la economía del país.

Aquellos sectores que tienen integrado en sus consumos de energía a las cocinas eléctricas, el cambio tecnológico a cocinas de inducción, les generará ahorro en tiempo y a lo sumo un pequeño diferencial económico a su favor; en tanto que los otros sectores de economía, especialmente los de clase media, de no tomarse los resguardos correspondientes, sentirán un pellizco a sus ingresos. Vale precisar que con este programa de sustitución tecnológica, el uso de gas doméstico no desaparecerá, pues los hornos -parte integrante de una “cocina” en conjunto- permanecerán para ser operados con GLP o con electricidad pero no con inducción magnética, al menos por ahora.

De la mano y correlacionado con la implementación y posible implantación del presente programa de sustitución tecnológica; está sin lugar a dudas, el impacto técnico, económico y financiero a las empresas distribuidoras y comercializadoras



de energía eléctrica del país, pues la operación de las placas de inducción, generarán un severo incremento de la demanda de potencia y energía; debiendo preverse, de manera planificada, los correctivos a las redes de transmisión y distribución eléctrica. Correctivos que implican mejoras y repotenciación de los conductores de las diferentes redes, división e incremento de circuitos, mejora de las acometidas de servicio eléctrico; sin dejar de lado por supuesto, la compensación de reactivos que demandarán dichas placas inducción; misma que será necesaria, de no ser considerada su compensación al momento de su fabricación o ensamblado.

El valor en kWh que se está considerando subsidiar por el uso de esta sustitución tecnológica, debe ser analizado con pinzas, con la finalidad de causar el menor impacto social posible, recordando que debe coexistir el equilibrio de los retornos económico-financiero, social y

medio ambiental. De igual manera es importante analizar la posibilidad de criminalizar el robo y el hurto de la energía eléctrica, pues seguramente el precitado cambio tecnológico, provocará la tenta-



ción de alterar o intervenir en los medidores de energía eléctrica o en las acometidas, para afectar la correcta operación de los mismos a fin de inducir la reducción en los valores facturados por consumo de energía, pudiendo cau-

sar un impacto boomerang contra las empresas distribuidoras del servicio eléctrico.

Con todos estos antecedentes, es necesario direccionar responsable y adecuadamente las políticas para la aplicación del presente programa de sustitución tecnológica, teniendo en consideración que los ahorros para el Estado ecuatoriano, por la eliminación del subsidio al GLP, significarían ingentes inversiones en el sector eléctrico para suplir el incremento de la demanda de potencia y energía. Sin embargo de aquello, debemos estar conscientes, todas y todos, de que los ahorros energéticos deben venir obligatoriamente emparejados con la disminución de contaminantes; y sobre lo cual, debemos reconocer que tenemos la oportunidad histórica de colaborar y ser actores en esta gesta, para salvar al planeta y ofrecer mejores días para nuestras futuras generaciones.