

## Estudios de Eficiencia Energética y Análisis Químico del Menaje Disponible Comercialmente en Ecuador

P. Dávila J. Castillo J. Martínez S. Villacís

*Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, INER*  
*E-mail: paul.davila@iner.gob.ec; javier.martinez@iner.gob.ec*

### Resumen

El propósito de esta investigación ha sido probar que el menaje de inducción disponible comercialmente en el Ecuador, cumple con la composición química y eficiencia energética requerida en la Norma NTE INEN 2851, basada en la Norma ASTM F 1521 -3 correspondiente al “Método de ensayo estándar para eficiencia en Menaje”.

Inicialmente se ha determinado la eficiencia energética de las ollas ensayadas (2 criterios de diferenciación, 7 tipos de olla en total) en distintas cocinas (4 modelos en total), de acuerdo con la Norma NTE INEN 2851.

Además se ha realizado el estudio de la composición química del material usado en el menaje (6 modelos en total) para ratificar que estos materiales son aptos para el uso y no alteran las propiedades organolépticas de los alimentos; de acuerdo a normas técnicas nacionales e internacionales.

El principal aporte del presente estudio es contribuir en el cambio de la matriz productiva del Ecuador, al sustituir el uso del GLP en cocinas por electricidad en cocinas de inducción.

**Palabras clave**— Inducción, Eficiencia, Análisis Químico, Ensayo, Plan de cocción eficiente.

### Abstract

The purpose of this work was to validate the cookware suitable for induction cookers that is currently available in Ecuador and it was determined that it complies with the ASTM F 1521 -3 standard according with its chemical composition and the required energy efficiency within the “Standard test method for efficiency in cookware”.

At first the energy efficiency for the tested pots was established (2 criteria for differentiation, 7 types of pots in total) in several cookers (4 models in total), according to NTE INEN 251 standard.

Besides a study of the chemical composition of the cookware material was made (6 models in total) in order to ratify the suitable materials for induction that will not alter the organoleptic properties of food; according to national and international technical standards.

This research aims to contribute in the Ecuadorian Productive Mix change, when replacing the use of LPG for cooking with the electricity in induction cookers.

**Index terms**— Design, drone, aerodynamics, composites, carbon fiber.

Recibido: 14-09-2015, Aprobado tras revisión: 24-12-2015.

Forma sugerida de citación: Dávila P.; Castillo J.; Martínez J. y Villacís J. (2016). “Estudios de Eficiencia Energética y Análisis Químico del Menaje Disponible Comercialmente en Ecuador”. Revista Técnica “energía”. N° 12, Pp. 183-190.

ISSN 1390-5074.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) desarrolla en Ecuador el “Plan de Cocción Eficiente” (PCE). El PCE contempla introducir de dos a tres millones de cocinas de inducción, cuya fuente energética está basada en electricidad con sus respectivos sets de menaje de inducción en desde 2014 al 2016, por cocinas cuya fuente energética está basadas en gas licuado del petróleo (GLP) [1]-[7]. El proyecto se enmarca en el cambio de la matriz productiva que se está realizando en Ecuador, que actualmente está basada en fuentes de hidrocarburos, que principalmente es generada por centrales térmicas, para sustituirlas por energías renovables generadas principalmente por la industria hidroeléctrica, siendo esta una tecnología que involucra menores emisiones de efecto invernadero durante la producción de energía [1]-[8].

La primera fase del PCE se ha desarrollado desde el año 2009 en la provincia del Carchi, en donde se reemplazaron cocinas de GLP, por cocinas de inducción. EMELNORTE escogió a 26 hogares servidos por un mismo transformador en la parroquia Julio Andrade, a quienes se les entregó la cocina de inducción previa la instalación de un medidor de energía y de una acometida eléctrica a 220 V para alimentar las cocinas. El objeto de la implementación fue determinar el consumo eléctrico por uso de las cocinas de inducción y evaluar el comportamiento de la red de distribución eléctrica [8].

En el caso particular del sistema energético de Ecuador se han realizado estudios para cuantificar los beneficios de la implantación de las cocinas de inducción [4], [9], [10]. Se ha observado que si se elimina el subsidio del estado al uso del gas licuado, si se adecua el déficit tarifario y se otorga el subsidio total a los primeros 80 KWh de los hogares insertos en el programa, para datos de consumo del año 2012, el estado ahorraría 260.7 millones de US\$ al año. Si además se incluye el cambio de la matriz eléctrica en donde la generación sería mayoritariamente con energías renovables, el Estado se podría ahorrar el valor de hasta US\$ 906.5 millones al año. Lo normal es que el ahorro se encuentre entre los dos valores mencionados [4], [9].

Para conseguir una mayor eficiencia energética, económica y garantía respecto a la salud de las personas en la cocción es necesario estudiar y analizar el material adecuado de las ollas para ser utilizado en cocinas de inducción. La inducción tiene una eficiencia energética que se sitúa entre el 80 y 95 %, mientras que en las cocinas de GLP su eficiencia se sitúa en torno al 45 % [5]-[6]. Además, emplear sistemas de calentamiento por inducción para la cocción de alimentos presentan mayores beneficios con respecto a los sistemas tradicionales, como son: mayor rapidez en el calentamiento, mayor seguridad, mayor facilidad de limpieza y operación con mandos digitales. Como principales desventajas tiene; el uso de una tecnología más sofisticada que las cocinas de resistencia eléctrica y de gas, la cubierta de vitrocerámica debe ser tratada con mayor cuidado y así evitar rayarla, y suelen presentar un precio más elevado que la cocina de GLP [1]-[5].

Dentro del contexto de esta investigación, el INER a través de su proyecto “Estudio sobre menaje para cocinas de inducción eléctrica y requerimientos de la red para incorporación masiva de cocción eficiente” ha realizado estudios sobre la eficiencia energética y análisis químico composicional del menaje disponible en el país; los objetivos del estudio han buscado determinar la eficiencia energética de las ollas, en distintas cocinas, de acuerdo con la Norma NTE INEN 2851, basada en la Norma ASTM F 1521 -3 correspondiente al “Método de ensayo estándar para eficiencia en Menaje”, y además conocer la composición química de los materiales usados para la fabricación de dicho menaje, por medio de espectrometría a través del método de las chispa, con la finalidad de ratificar que estos materiales son aptos para el uso y no alteran las propiedades organolépticas de los alimentos; esto último fue ensayado teniendo en cuenta normas técnicas nacionales e internacionales, que señalan los porcentajes máximos de nivel de toxicidad permitidos, estas normas son:

**Norma NTE INEN 2361**, Artículos de uso Doméstico. Ollas de Aluminio. Requisitos, Primera Edición, 2005

**Norma ISO 209-1**, Aluminio y aleaciones de aluminio forjado. Composición química y formas de productos. Parte Uno, 1989.

**Norma NTE INEN 2382**, Artículos de uso Doméstico. Ollas a presión. Requisitos, Primera Edición, 2005.

## 2. EQUIPOS Y MÉTODOS DE ENSAYO

Los métodos de ensayo que se han utilizado en esta investigación incluyen la eficiencia energética para las ollas de inducción y la espectroscopia de masas.

### 2.1 Ensayo de Eficiencia Energética para las ollas de inducción

A continuación se van explicar los equipos utilizados, el procedimiento de ensayo.

#### 2.1.1 Equipos utilizados

- Tablero de medición de parámetros eléctricos, marca Siemens, modelo PAC3200; este tablero mide y muestra valores del voltaje, amperaje y potencia usada en cada ensayo de eficiencia energética realizado.

- Multímetro Digital, marca Fluke, modelo 289, este equipo sirvió para medir y comprobar que las medidas que mostraba el tablero de medición de parámetros eléctricos eran correctas.

- Termómetro de mercurio, dispositivo utilizado para tomar la temperatura del agua antes y al término de cada ensayo de eficiencia energética.

- Flexómetro, marca Stanley, longitud: 5 metros; herramienta utilizada para medir el diámetro de base y boca de cada utensilio ensayado.

- Probeta volumétrica plástica graduada 0 - 1000 ml.; utilizada para medir la cantidad de agua que debe ser utilizada para cada ensayo, esto depende del diámetro de base y boca de cada utensilio.

- Cronómetro, marca Casio, Modelo TPM-HS3, dispositivo utilizado para medir el tiempo empleado en cada ensayo de eficiencia energética.

#### 2.1.2 Identificación de los prototipos ensayados

Para este ensayo se ha usado menaje que fue clasificado según el Tamaño (Tabla 1) y Material en cuerpo y base (Tabla 2).

**Tabla 1: Identificación de ollas según el tamaño**

No.	Descripción	Diámetro de boca	Diámetro de base
1	Grande	24	20±1
2	Mediana	20	16±1
3	Pequeña	16	13±1

**Tabla 2: Identificación de ollas según el material**

No.	Base	Cuerpo
1	Acero Inoxidable	Aluminio Serie 1000
2	Acero Inoxidable	Aluminio Serie 3000
3	Acero Inoxidable	Acero Inoxidable Serie AISI 200
4	Acero Inoxidable	Acero Inoxidable Serie AISI 300

#### 2.1.3 Cocinas utilizadas

Cada cocina presenta una diferente combinación de diámetros en sus zonas de inducción (Figura 1), por lo tanto se tomó como muestra representativa un total de 4 cocinas sobre las cuales se realizó los ensayos de eficiencia energética.

Para realizar este ensayo se usaron cocinas disponibles en el mercado ecuatoriano, cuyas zonas de inducción tienen los siguientes diámetros:

**Tabla 3: Especificaciones técnicas de las tres cocinas utilizadas en los ensayos**

Descripción	Diámetro Zonas de inducción (cm)			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Cocina 1	17	20	17	20
Cocina 2	20	17	20	17
Cocina 3	13	13	13	20
Cocina 4	14.5	21	14,5	21

**Nota:** Todas las cocinas usan un voltaje nominal de 220 V; y su potencia nominal máxima oscila entre 3500 y 4000 W.

Con la finalidad de identificar cada zona de inducción en la cual está siendo ensayado el prototipo, se asignó un número a cada zona, tal como se muestra en la Figura 3.



Figura 1: Identificación de zonas de inducción

### 2.1.4 Procedimiento

El procedimiento de ensayo consiste de dos partes, un precalentamiento y un calentamiento que a continuación se van explicar:

#### 2.1.4.1 Precalentamiento

Se llena el utensilio de cocina normalizado con la cantidad de agua que indica la Norma NTE INEN 2851 (Tabla A.2). La temperatura inicial del agua debe ser de  $15\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Cubrir el recipiente con la tapa. Insertar el sensor en el centro de la tapa a través del agujero hasta 1 cm del fondo del recipiente.

Confirmar que la temperatura T1 es de  $15\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Prender la zona con el nivel más alto (se puede utilizar el potenciador, en caso de existir). Calentar el agua hasta la temperatura T2 de  $75\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Quitar el recipiente caliente de la zona. El precalentamiento se termina. La segunda parte de calentamiento y medición debe empezar dentro de los siguientes 60 segundos.

#### 2.1.4.2 Calentamiento

Medir la masa total de la tapa y el cuerpo del segundo utensilio de cocina normalizado ( $m_2$ ). Llenar el segundo recipiente con la cantidad de agua indicada en la Tabla A.2 de la Norma NTE INEN 2851, misma que está dada de acuerdo al diámetro de base de la olla a ensayar. La temperatura inicial del agua debe ser de  $15\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Cubrir el recipiente con la tapa. Insertar el sensor en el centro de la tapa a través del agujero hasta 1 cm del fondo del utensilio de cocina). Confirmar que la temperatura T3 es de  $15\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Prender la zona con el nivel nominal más alto (si está provisto de potenciador, no se usa el potenciador). Calentar el agua hasta la temperatura T4 de  $75\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Apagar la zona y registrar la temperatura T4 y la energía consumida. [2], [11].

$$\eta = \frac{(c_1 x m_1 + c_2 x m_2 + c_3 x m_3) x \Delta t x 100\%}{(3,6 x 10^3 x E)} \quad (1)$$

$\eta$  = eficiencia energética (%) redondeada una décima

$c_1$  = eficiencia energética (%) redondeada una décima

$m_1$  = masa de agua (Kg)

$c_2$  = capacidad calorífica del cuerpo del utensilio de cocina y la tapa

$m_2$  = masa total del cuerpo del utensilio de cocina (Kg)

$c_3$  = capacidad calorífica de la tapa de vidrio

$E$  = consumo de energía (KW.h)

$\Delta t$  = incremento de temperatura ( $\Delta t = t_4 - t_3$ ), medidos en  $^{\circ}\text{K}$

## 2.2 Análisis de composición química

### 2.2.1 Espectrometría de masas

La espectrometría de masas está basada en la obtención de iones a partir de moléculas orgánicas en fase gaseosa; una vez obtenidos estos iones, se separan de acuerdo con su masa y su carga, y finalmente se detectan por medio de un dispositivo adecuado, como se muestra en la Figura 2.

Un espectro de masas es en consecuencia, una información bidimensional que representa un parámetro relacionado con la abundancia de los diferentes tipos de iones en función de la relación masa/carga de cada uno de ellos.

Los procesos que tienen lugar en un espectrómetro de masas, son de naturaleza química; en consecuencia, la presencia y abundancia en el espectro de determinados tipos de iones, identificables a partir de su masa son función de la estructura química de cada compuesto. La espectrometría de masas ofrece una enorme cantidad de información sobre un compuesto determinado. [12].

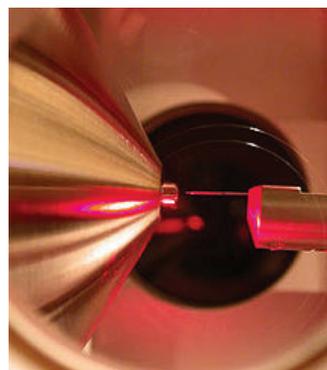


Figura 2: Haz de iones en un espectrómetro de masa [13]

### 2.2.2 Descripción ensayo de Espectrometría de masas por el método de chispa

Este método se usa para el análisis de elementos metálicos en muestras sólidas. Para materiales no conductores, se usa polvo de grafito para hacer conductora a la muestra. En los métodos de espectroscopia de arco tradicional o chispa, se usa una muestra sólida que es destruida durante el análisis. En este método un arco eléctrico o chispa pasa a través de la muestra, calentándola a una temperatura alta para excitar los electrones dentro de ella (Figura 3). Los electrones excitados de la muestra emiten luz en longitudes de onda características que se detectan con ayuda de un monocromador.

Los ensayos realizados se efectuaron por espectrometría bajo el método del ensayo de chispa con el equipo Bruker, Modelo Q4 Tasman.

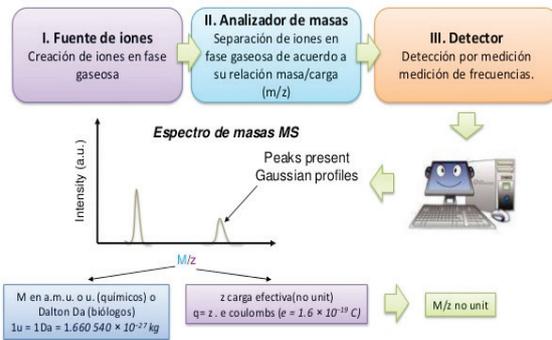


Figura 3: Descripción del proceso de espectrometría [14]

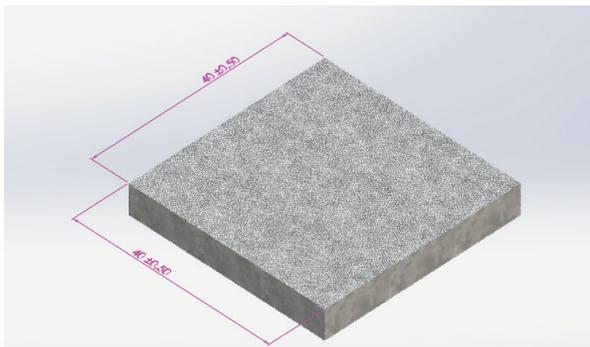


Figura 4: Dimensiones de la probeta a ensayar  
Nota: Espesor depende de cada prototipo de olla

### 2.2.4 Identificación de los prototipos ensayados

Las muestras analizadas corresponden a las diferentes combinaciones de materiales para la fabricación del menaje en el Ecuador, los casos encontrados se muestran en la Tabla 4:

Tabla 4: Identificación de muestras para análisis químico

Identificación	Diámetros olla origen (cm)	Material del cuerpo	Material de la base	Obs.
Modelo 1	Boca:16,5 Base:12	Aluminio	Acero Inoxidable	Disco prensado en su base.
Modelo 2	Boca:20 Base:16	Aluminio	Acero Inoxidable	Disco prensado en su base
Modelo 3	Boca:16 Base:13	Acero Inoxidable	Acero Inoxidable	Base tipo sánduche
Modelo 3	Boca:16 Base:13	Acero Inoxidable	Aluminio	Plancha interna en base tipo sánduche
Modelo 3	Boca:16 Base:13	Acero Inoxidable	Acero comercial	Plancha interna en base tipo sánduche
Modelo 4	Boca:20 Base:16.5	Acero Inoxidable	Acero Inoxidable	Base tipo sánduche
Modelo 5	Boca:24 Base:20	Aluminio	Acero Inoxidable	Sartén Espesor olla 5±1 mm
Modelo 6	Boca:16 Base:13.5	Aluminio	Acero Inoxidable	Espesor olla 5±1 mm

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Ensayo de Eficiencia Energética para las ollas de inducción

El valor promedio máximo de eficiencia energética fue detectado en las ollas de mayor tamaño, entorno al 82.00 %, disminuyendo de manera progresiva a un valor promedio en ollas medianas de 77.57 %, y en ollas pequeñas de 72.48%.

La combinación de material de Acero inoxidable de la serie 400 (base) y aluminio de la Serie 3000 (cuerpo) muestra una mayor eficiencia energética; esto se debe a que la aleación binaria de Aluminio-Manganeso, presenta buena conductividad térmica además de resistencia mecánica, buena maquinabilidad y alta resistencia a la corrosión.

Se han presentado problemas de detección de ollas en las diferentes zonas de inducción cuando el prototipo ensayado tiene como refuerzo de su base un disco prensado de acero inoxidable y el material del cuerpo es aluminio de la serie 1000.

Las ollas con base de diámetro menor a 13 cm presentan problemas de detección en dos de las cuatro cocinas ensayadas.

En ollas de diámetro de base 13±1 cm, la cantidad de líquido contenido en el recipiente es un factor importante para la eficiencia del mismo, si el recipiente está lleno a un nivel mayor que la mitad de su capacidad máxima, el peso que tiene el recipiente genera acoplamiento entre el menaje y la

zona de inducción de la cocina, de lo contrario se presentan problemas de acoplamiento magnético y eficiencia energética en 6 de cada 10 ollas.

La eficiencia máxima detectada se presentó en la olla con diámetro de base de 20 cm y zona de inducción 13 cm; mientras que la eficiencia mínima se dio en la olla pequeña de 12 cm en su base y 20 cm en la zona de inducción; cuyos valores son 95.6% y 45.8% respectivamente, esto se debe a que ollas de un diámetro de base menor o igual a 13 cm no son detectables por zonas de inducción mayores a 21 cm, pues no existe un acople ferro-magnético entre ambos cuerpos. Sin embargo en ollas de mayor tamaño no se observan dichos problemas.

### 3.2. Análisis de la composición química

Todas las muestras analizadas químicamente presentan un porcentaje de Pb menor a 0,05%, por lo tanto no representan un riesgo tóxico para el usuario, cumpliendo así con el requerimiento dispuesto en la norma INEN 2851 en el punto 4.1.3. Los materiales detectados en los distintos modelos de menaje se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5: Resultados de análisis químico

Material detectado en cada muestra			
No. muestra	Identificación	Zona	Material detectado
1	Modelo 1	Cuerpo	Aluminio serie 3105
2	Modelo 1	Base	Acero AISI 410
3	Modelo 2	Cuerpo	Aluminio Serie 1350
4	Modelo 2	Base	Acero AISI 410
5	Modelo 3	Cuerpo	Acero AISI 202
6	Modelo 3	Base	Acero AISI 430
7	Modelo 3	Base (Disco Aluminio)	Aluminio Serie 1200
8	Modelo 3	Base (Disco Acero)	Acero ASTM A36
9	Modelo 4	Cuerpo	Acero AISI 202
10	Modelo 4	Base	Acero AISI 430
11	Modelo 5	Cuerpo	Aluminio serie 3105

12	Modelo 5	Base	Acero AISI 430
13	Modelo 6	Cuerpo	Aluminio serie 3105
14	Modelo 6	Base	Acero AISI 430

En el caso del modelo con base tipo sánduche el material superior está hecha de la aleación de aluminio serie 1200, esta presenta un contenido en aluminio mínimo del 99%, siendo las principales impurezas el Fe y Si, la resistencia de esta aleación fluctúa alrededor de 90 MPa., esta aleación es utilizada principalmente para embutido de ollas en el Ecuador.

La capa intermedia del modelo con base tipo sánduche corresponde a un Acero ASTM A36. Cumple con dos funciones principalmente: proporcionar peso a la base de la olla, esto para garantizar una detección de la misma en la zona de inducción; y trabajar como elemento soldable entre la capa de acero Inoxidable inferior y la aleación de Aluminio superior.

## 4. CONCLUSIONES

Al realizar el ensayo de Eficiencia descrito en la Norma NTE INEN 2851, el menaje de tamaño mediano y pequeño, presentan menor eficiencia energética (promedio 75%) que las ollas grandes (promedio 82%), esto se debe a que las zonas de inducción en algunas cocinas ensayadas tienen un diámetro de 13 cm, lo que dificulta la detección del material ferromagnético en la base de dichas ollas.

El diámetro crítico de ollas en su base para la manufactura en Ecuador es 13 cm, ya que diámetros menores presentan problemas en el acoplamiento electromagnético con las zonas de inducción de las cocinas disponibles en el mercado.

El menaje fabricado en el Ecuador tiene como principal material Aluminio de la serie 3105 para el cuerpo y Acero Inoxidable AISI 430 para su base, cumpliendo con la exigencia de la Norma NTE INEN 2382, 2361 e ISO 209-1 para el primer caso; y la Norma NTE INEN 2851 para el segundo caso.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de la presente investigación reconocen a la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) para la financiación de la ejecución de la presente investigación. Este trabajo fue patrocinado por el proyecto Prometeo de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), celebrada en la República de Ecuador.

La información necesaria para completar este trabajo fue dada por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) de Ecuador.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Martínez, S. P. Villacís, M. A. Orozco, D. E. Vaca. Corrosion analysis in different materials for induction cookware. Conference Paper · X CONGRESO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. 2015.
- [2] J. Martínez, A. J. Riofrío, S. P. Villacís, J. P. Castillo. Heat transfer analysis in different cookware materials. Conference Paper · X CONGRESO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. 2015
- [3] Augusto Riofrío, Diego Carrión, Marco Orozco, Diego Vaca, Javier Martínez. Análisis del consumo energético en procesos de cocción eficiente para el sector residencial. Conference Paper · X COLIM VIII congreso latinoamericano de ingeniería mecánica, At Cuenca, Ecuador, Volume: 1. 2014
- [4] Javier Martínez, Diego Vaca, Marco Orozco, Andrés Montero. Selección de materiales para menaje de cocinas de inducción. Métodos Pugh, Dominic y Pahl Beitz. Revista Energía, Volume 11, Pp. 116-126. 2014.
- [5] Marco Orozco, Diego Vaca, Javier Martínez, Augusto Riofrío, Diego Carrión, Stefany Villacís. Estudio de ensayos de eficiencia energética, concavidad, convexidad y rugosidad en menaje para cocinas de inducción. Conference Paper · X COLIM VIII congreso latinoamericano de ingeniería mecánica, At Cuenca, Ecuador, Volume: 1. 2014.
- [6] S. Villacís, J. Martínez, A. J. Riofrío, D. F. Carrión, M. A. Orozco, D. Vaca. Energy efficiency analysis of different materials for cookware commonly used in induction cookers. Energy procedia 75, 925-930, 2015
- [7] J.P.Kastillo, J.Martínez, Villacís, A. J. Riofrío, M. A. Orozco, Computational fluid dynamic analysis of olive oil in different induction pots. 1st Pan-American Congress on Computational Mechanics – PANACM 2015.
- [8] Ministerio de electricidad y Energía Renovable, Informe de resultados de la implementación del “Plan Fronteras para Sustitución de Cocinas de Inducción en el Carchi”, Mayo del 2011, Pág. 3
- [9] J. Muñoz Vizhñay, Análisis de la incidencia del uso de cocinas eléctricas de inducción, Empresa eléctrica regional del sur S.A. Loja, , pp 1-14. 2013
- [10] MEER Ministerio de electricidad y energías renovables. Estudio sobre menaje para cocinas de inducción eléctrica y requerimientos de la red para incorporación masiva de cocción eficiente, pp 2-15. 2011.
- [11] Norma NTE INEN 2851, Utensilios de cocina. Recipientes domésticos usados sobre hornillas, cocinas o placas de calentamiento. Requisitos y métodos de ensayo, Primera Edición, 2014.
- [12] O. David Sparkman, Mass spectrometry desk reference. Pittsburgh: Global View Pub. ISBN 0-9660813-2-3. 2000.
- [13] Maciej. Kotlinski. Electrospray (nanoSpray) Ion Source in LTQ-FTICR mass spectrometer. 2005.
- [14] V. Cedeño. La espectrometría de masas aplicadas a la biotecnología acuícola, agrícola y ambiental. Universidad de las Tumbes 2014



**Paúl Sebastián Dávila Aldás.-** Nació en la ciudad de Ambato en 1988. Recibió su título de Ingeniero Mecánico de la Escuela Politécnica del Ejército en 2012; de Master en Diseño, Producción y Automatización de la Escuela

Politécnica Nacional en la ciudad de Quito en el año 2015. Actualmente se desempeña como analista técnico en el Instituto nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, además de prestar sus servicios como docente en la Escuela Politécnica Nacional. Sus tesis de grado están relacionadas con el Diseño de máquinas y aeromodelismo, experiencia profesional en servicios petroleros, modelación y simulación de máquinas y sistemas mecánicos, estructuras metálicas y sistemas de gestión de calidad.



**Stefany Paola Villacís Mariño.-** Nació en la ciudad de Quito en 1990. Recibió su título de Ingeniera Mecatrónica en 2015. Actualmente se desempeña como Analista técnico en el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables.



**Javier Martínez Gómez.-** Nació en Madrid, España en 1983. Ha recibido su título de Ingeniero Industrial de la Universidad Carlos III de Madrid en 2008; de Master en Ciencia e Ingeniería de Materiales de la Universidad Carlos III de Madrid en 2010;

y su título de Doctor en Ciencia de la Ingeniería de Materiales de la Universidad Carlos III de Madrid en 2013, Sus campos de investigación están relacionados con Menaje para cocinas para inducción y materiales para paredes en reactores de Fusión. Actualmente trabaja como Investigador Postdoc Prometeo del proyecto “Estudio Sobre el Menaje para cocinas de Inducción Eléctrica y requerimientos de la red para incorporación Masiva de Cocción Eficiente” en el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, INER.



**Juan Pablo Castillo Estévez.-** Nació en Quito Ecuador en 1990. Recibió su título de Ingeniero Mecánico en la Escuela Politécnica Nacional en 2015. Actualmente se desempeña como Analista Técnico del proyecto “Edificaciones de bajo consumo energético para YACHAY”