UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

"EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EMITIDAS POR LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN LA SALUD DE LOS USUARIOS"

"TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES"

ELABORADO POR:

Ethetson Damián Pineda Morocho

DIRECTOR:

Ing. Andy Fabricio Vega León, Mg. Sc.

LOJA, ECUADOR

2019

CERTIFICACIÓN

Ing. Andy Fabricio Vega León, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación cuyo tema versa en **"EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EMITIDAS POR LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN LA SALUD DEL USUARIO"**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, realizado por el señor egresado: **Ethetson Damián Pineda Morocho**, mismo que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja, 28 de Noviembre del 2018

Ing. Andy Fabricio Vega León, Mg. Sc
DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, **ETHETSON DAMIÁN PINEDA MOROCHO**, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo representante a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

FIRMA: ……

Cédula: 1104908353

Fecha: 26 de Agosto del 2019

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, **ETHETSON DAMIÁN PINEDA MOROCHO**, declaro ser autor de la tesis titulada: "**EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EMITIDAS POR LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN LA SALUD DEL USUARIO**", como requisito para optar al grado de: **INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos , muestre al mundo la reproducción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinte y seis días del mes de Julio del dos mil diecinueve.

Firma: …….

Autor: Ethetson Damián Pineda Morocho.

Cédula: 1104908353

Dirección: Loja (Barrio Consacola)

Correo Electrónico: edpinedam@unl.edu.ec

Teléfono: (07) 2-615-786 **Celular:** 0959400539

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Andy Fabricio Vega León, Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. John Jossimar Tucker Yépez, Mg. Sc,
Ing. Marco Augusto Suing Ochoa, Mg. Sc.
Ing. Santiago Abraham Medina León, Mg. Sc.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres: Nina Livia Morocho Tacuri y Wilson Eduardo Pineda Minga, quienes me han apoyado incesablemente en todos los sentidos y en los diferentes ámbitos de mi vida, siendo el pilar por el cual hoy en día me encuentro en este punto. Para ellos con mucho amor.

AGRADECIMIENTO

La presente investigación es el resultado que engloba el esfuerzo de muchas personas, por ello quiero agradecer:

En primer lugar a Dios por ser quien me soporta en los momentos difíciles, por darme la fuerza para continuar a cada paso.

A mis padres y hermanos por brindarme su apoyo incondicional en cada instante de mi vida.

A mis amigos y compañeros, con quienes se ha compartido muchas experiencias a lo largo de toda la etapa académica.

A mi director de tesis por su apoyo y constante esfuerzo por lograr este objetivo.

A los docentes de la Universidad Nacional de Loja quienes han sabido entregar sus conocimientos en beneficio del aprendizaje estudiantil.

TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN ..... **II**

AUTORÍA ..... **III**

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR ..... **IV**

DEDICATORIA ..... **V**

AGRADECIMIENTO ..... **VI**

TABLA DE CONTENIDOS ..... **VII**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **X**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **XIII**

GLOSARIO DE ACRÓNIMOS ..... **XV**

1. Título **1**

2. Resumen **2**

3. Introducción **4**

4. Revisión de literatura **6**

4.1. Campos Electromagnéticos (CEM) 6

4.1.1. Unidades de medida 7

4.1.1.1. Intensidad de campo eléctrico 7

4.1.1.2. Intensidad de campo magnético 8

4.1.1.3. Densidad de potencia de onda plana equivalente 8

4.1.2. Campo Eléctrico y Magnético 8

4.1.3. Radiaciones 10

4.1.3.1. Radiaciones ionizantes 10

4.1.3.2. Radiación no ionizante 11

4.2. Efectos que produce la exposición a campos electromagnéticos 12

4.3. Investigaciones previas de efectos producidos por radiación electromagnética. 13

4.4. Normas establecidas para la regulación de exposición permitida a las radiaciones no ionizantes 22

4.5. Proyecto Internacional CEM 26
4.6. Principio del calentamiento por inducción 27
4.7. Plan Maestro de Electrificación 28
4.8. Cocina de inducción 30
4.8.1. Estructura externa 31
4.8.1.1. Panel de control táctil 32
4.8.2. Niveles de potencia y parámetros técnicos 33
4.8.3. Principio de funcionamiento de la cocina de inducción Haier, modelo HCI-402 34
4.8.4. Ventajas de las cocinas de inducción. 34
4.9. Medidores de Radiación. 35
4.9.1. Medidor de radiación electromagnética PCE-EM 30 35
4.9.1.1. Características del medidor PCE-EM 30 35
4.9.2. Analizador de espectros Spectran NF-3020 36
4.9.2.1. Datos técnicos del analizador de espectros Spectran NF-3020 36
4.9.3. Medidor de radiación VX0100 37
4.9.3.1. Características del medidor de radiación VX0100 37
4.9.3.2. Display y zumbador del medidor VX0100 38
4.9.3.3. Funciones 38
4.9.3.4. Antena y referencia 38
4.9.3.5. Medidas 39
4.9.3.6. Características generales 39
4.10. COMSOL 39
4.10.COMSOL Multiphysics 5.4 40
4.10.1.1. Características destacadas de COMSOL Mutiphysics. 40
4.11. Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) 42
4.11.1. Norma técnica INEN 2555 Seguridad en Cocinas de Inducción. Requisitos . 43
4.12. Desviación Estándar 44
4.12.1. Definición 44
4.12.2.Fórmula para obtener la desviación estándar 44

5. Materiales y métodos 45

5.1. Materiales 45

5.2. Métodos 45
5.2.1. Diagnóstico de la información referente 45
5.2.2. Instrumentos de medición de campo eléctrico y magnético..... 46
5.2.3. Normativa adoptada para la investigación 47
5.2.4. Selección de la muestra 48
5.2.5. Instrumento de recolección de datos 49
5.2.6. Recolección de datos 49
5.2.7. Análisis de datos obtenidos 49
5.2.8. Elaboración de recomendaciones 50

6. Resultados 51
6.1. Obtención de base de datos. 51
6.2. Obtención de medidas de radiación..... 57
6.3. Almacenamiento de medidas..... 58
6.4. Análisis estadístico 65
6.5. Resumen de resultados. 70

7. Discusión..... 72
7.1. Medidor de Radiación 72
7.2. Resultados de valores obtenidos en la parte superior de la cocina de inducción 72
7.3. Normativas vigentes 72

8. Conclusiones..... 74

9. Recomendaciones..... 76

10. BIBLIOGRAFÍA 78

11. Anexos..... 82
Anexo 1 Modelo de tabla para medidas tomadas. 82
Anexo 2 Tabla de tabulación de datos 82
Anexo 3 Fotos de tomas de medidas de radiación 83
Anexo 4 límites básicos recomendados en ICNIRP expuestos en la normativa UIT-T K.52 90

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. REPRESENTACIÓN DE UNA ONDA ELECTROMAGNÉTICA [3]..... 7

FIGURA 2. COMPARACIONES COMUNES DE CAMPO MAGNÉTICO Y CAMPO ELÉCTRICO. [4] 9

FIGURA 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS CEM [4]..... 10

FIGURA 4. LÍMITES DE REFERENCIA ICNIRP DE INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO [20] 24

FIGURA 5. VISTA SUPERIOR DE COCINA DE INDUCCIÓN. [24] 30

FIGURA 6. ESTRUCTURA EXTERNA DE LA COCINA DE INDUCCIÓN MARCA HAIER [25] 32

FIGURA 7. FORMAS DE USO DE LA COCINA DE INDUCCIÓN. [25] 32

FIGURA 8. PANEL DE CONTROL TÁCTIL [25] 33

FIGURA 9. CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN. [25] 34

FIGURA 10. MEDIDOR PCE-EM 30 [26] 35

FIGURA 11. ANALIZADOR DE ESPECTROS NF-3020 [27] 36

FIGURA 12. MEDIDOR VX0100 [28] 37

FIGURA 13. MODELO DE OBTENCIÓN DE MEDIDAS DE CAMPO ELÉCTRICO CON MEDIDOR VX0100 PARTE SUPERIOR (VISTA LATERAL) 60

FIGURA 14. MODELO DE OBTENCIÓN DE MEDIDAS DE CAMPO ELÉCTRICO CON MEDIDOR VX0100 PARTE SUPERIOR (VISTA SUPERIOR) 61

FIGURA 15. MODELO DE OBTENCIÓN DE MEDIDAS DE CAMPO ELÉCTRICO CON MEDIDOR VX0100 PARTE INFERIOR (VISTA LATERAL) 61

FIGURA 16. MODELO DE OBTENCIÓN DE MEDIDAS DE CAMPO ELÉCTRICO CON MEDIDOR VX0100 PARTE INFERIOR (VISTA SUPERIOR) 62

FIGURA 17. SIMULACIÓN PRECISA QUE MUESTRA LA DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO. [29] 62

FIGURA 18. SIMULACIÓN COMSOL Y MEDIDOR DE RADIACIÓN VX0100 .. 63

FIGURA 19. PROMEDIO DE MEDICIONES PARTE SUPERIOR 66

FIGURA 20. PROMEDIO DE MEDICIONES DE CAMPO ELÉCTRICO PARTE INFERIOR 67

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. NIVELES DE REFERENCIA ICNRIP PARA LA EXPOSICIÓN DEL PÚBLICO EN GENERAL A CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS VARIABLES EN EL TIEMPO [20] 23

TABLA 2. NIVELES DE REFERENCIA ICNIRP PARA LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS VARIABLES EN EL TIEMPO [20] 23

TABLA 3. LÍMITES BÁSICOS RECOMENDADOS EN ICNIRP EXPUESTOS EN LA NORMATIVA UIT-T K.52 25

TABLA 4. LÍMITES DE EXPOSICIÓN MÁXIMOS DE CAMPOS ELÉCTRICOS, MAGNÉTICOS Y DENSIDAD DE POTENCIA RECOMENDADOS POR LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD USADOS EN EUROPA [22] ... 27

TABLA 5. PARÁMETROS TÉCNICOS COCINA DE INDUCCIÓN. [27] 33

TABLA 6. NIVELES DE POTENCIA POR ZONA. [27] 33

TABLA 7. DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN DE CAMPO ELÉCTRICO Y MAGNÉTICO A ELEGIR PARA LA PRESENTE INVESTIGACIÓN 46

TABLA 8. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CAMPO ELÉCTRICO EN NORMATIVAS QUE SE APLICAN EN ECUADOR 47

TABLA 9. CARACTERÍSTICAS DE COCINAS DE INDUCCIÓN VENDIDAS POR EERSSA 49

TABLA 10. LISTA DE PROPIETARIOS DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN LA CIUDAD DE LOJA Y PARTE DE ZAMORA. 54

TABLA 11. LISTA DE PROPIETARIOS DE LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN LA CIUDAD DE MACARÁ Y SARAGURO. 57

TABLA 12. MEDIDAS DE CAMPO ELÉCTRICO OBTENIDAS DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA COCINA DE INDUCCIÓN 60

TABLA 13. MEDIDAS DE CAMPO ELÉCTRICO OBTENIDAS DESDE LA PARTE INFERIOR DE LA COCINA DE INDUCCIÓN 65

TABLA 14. . PROMEDIO DE MEDIDAS DE CAMPO ELÉCTRICO EN LAS 60 COCINAS PARTE SUPERIOR 65

TABLA 15. DESVIACIÓN ESTÁNDAR, MEDICIÓN PARTE SUPERIOR DE LA COCINA 66

TABLA 16. PROMEDIO DE MEDIDAS DE CAMPO ELÉCTRICO EN LAS 60 COCINAS PARTE INFERIOR 67

TABLA 17. DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARTE INFERIOR DE LA COCINA 68

TABLA 18. NIVEL DE POTENCIA USADO 69

TABLA 19. NIVEL DE POTENCIA 70

TABLA 20. COMPARACIÓN DE MEDIDAS DE RADIACIÓN PARTE SUPERIOR DE LA COCINA CON RANGOS ESTABLECIDOS. 70

TABLA 21. COMPARACIÓN DE MEDIDAS DE RADIACIÓN PARTE INFERIOR DE LA COCINA CON RANGOS ESTABLECIDOS 71

GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

CEM	Campo Electromagnético
EERSSA	Empresa Eléctrica Regional del Sur Sociedad Anónima
FEM	Frecuencia electromotriz
FCC	Comisión Federal de Comunicaciones
IARC	Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer
ICNIRP	Comisión Internacional para la Protección de Radiaciones no Ionizantes.
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones.
OMS	Organización Mundial de la Salud
PEC	Programa de Eficiencia Energética.
REM	Radiación Electromagnética
SAS	Escala de Autovaloración de Ansiedad
SDS	Escala de Autovaloración de Depresión
SNR	Relación Señal a Ruido.
UHF	Frecuencias Ultra altas.
VHF	Frecuencias Muy Altas.

1. Título

“EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EMITIDAS POR LAS COCINAS DE INDUCCIÓN EN LA SALUD DEL USUARIO”

2. Resumen

La presente investigación trata de evaluar el impacto de las ondas electromagnéticas provocadas por las cocinas de inducción en la salud del usuario en función de estudios previos realizados por organismos internacionales y medidas de campo eléctrico tomadas en diferentes cocinas de inducción, con lo cual se pretende dar una aportación científica equilibrada sobre los posibles efectos de las ondas electromagnéticas sobre los seres vivos.

Se evaluará si estos campos son capaces por si mismos de generar o incrementar alguna patología de diversos tipos, teniendo en cuenta diversos estudios e investigaciones previas por organizaciones reconocidas, además de conocer cuáles son los rangos y márgenes de seguridad que permitan afirmar que determinadas exposiciones son inofensivas o en qué momento pueden ser motivo de alteraciones en las personas, lo que permitirá sugerir ciertas recomendaciones.

Esta investigación surge de la inquietud por identificar cuáles son los riesgos a los que se exponen diariamente las personas por la emisión de las ondas electromagnéticas emitidas por dichas cocinas.

Se exhibirá una contextualización de la forma general de funcionamiento de las cocinas de inducción y las características particulares para uso doméstico

Se conceptualizará de manera clara y concreta todos los aspectos que conciernen a la radiación electromagnética no ionizante, mediante la revisión de normas, documentos, páginas web actualizadas de los organismos encargados de regular y estudiar las ondas electromagnéticas, además se evidenciará estadísticamente cuales son los rangos de emisiones de radiación que las cocinas de inducción emanan.

Para la evaluación y toma de datos, se tomará en cuenta las marcas registradas de las cocinas de inducción en la ciudad de Loja, como lo son “Haier”, “Mi idea”, “Indurama” las cuales son marcas vendidas por la Empresa Eléctrica Regional del Sur (EERSSA).

Se describirá cuales son recomendaciones de seguridad dadas por la Organización mundial de la salud (OMS) y la Comisión internacional para la protección de radiaciones no ionizantes (ICNIRP)

Abstract

The present research work intends to evaluate the impact of electromagnetic waves caused by the induction cookers or stoves on the users' health based on previous studies carried out by international organizations and electric field measurements taken in different induction cookers, having as purpose to give a balanced scientific contribution about the possible effects of electromagnetic waves on living beings.

It is evaluated if these fields are able to generate or increase any pathology of different types, taking into account various studies and previous investigations by well-recognized organizations, as well as knowing the ranges and safety margins which allow to affirm that certain exposures are harmless or at what point they can be the cause for alterations in people, which in the end draw certain recommendations.

This investigation arises from the concern to identify which are the risks to which people are daily exposed by the emission of electromagnetic waves coming from this kind of stoves.

A contextualization of the general form of operation of the induction cookers and the characteristics for domestic use will be exhibited.

All aspects concerning non-ionizing electromagnetic radiation will be conceptualized in a clear and concrete manner, through the revision of standards, documents, updated web pages of the bodies in charge of regulating and studying electromagnetic waves, as well as statistically showing which are the ranges of radiation emissions that induction cookers emanate.

For the evaluation and data collection, the registered brands of induction cookers in the city of Loja will be considered, such as "Haier", "Mi idea", "Indurama" which are brands sold by the Regional Electric Company of the South (EERSSA).

It will describe which are the safety recommendations given by the World Health Organization (WHO) and the International Commission for the protection of non-ionizing radiation (ICNIRP)

3. Introducción

El aumento de las tecnologías inalámbricas desde el siglo XX ha desatado una creciente preocupación por la exposición inconsciente e involuntaria que puedan tener las personas y la incidencia en su salud, por lo cual es un tema para investigación de vital importancia

"El Estado Ecuatoriano está promoviendo cambio de la matriz energética como una política de Estado, en la actualidad, el sector residencial consume aproximadamente 92% del Gas Licuado de Petróleo (GLP) que se utiliza en el país, mientras que alrededor del 78% de este recurso es importado para poder cubrir la demanda nacional. En este sentido, se ha fortalecido la institucionalidad de este sector, se ha invertido en diversificar las fuentes de energía renovable (centrales eólicas, plantas fotovoltaicas, hidroeléctricas, entre otras).

Asimismo, se han desarrollado y ejecutado diversos proyectos de eficiencia energética entre los que constan la sustitución de refrigeradoras y focos ahorradores, el alumbrado público eficiente y actualmente el Programa de Eficiencia Energética para la Cocción por Inducción y el Calentamiento de Agua con Electricidad" [1]

Debido al cambio que se da en la matriz energética en Ecuador, el estado puso en marcha el Plan Maestro de Electrificación 2013 – 2022 el cual se denominaba Plan Nacional de Cocción eficiente con lo cual se planeaba distribuir 30000 cocinas de inducción a lo largo de todo el país, pero a partir de septiembre de 2018 el Gobierno ya no impulsa el Plan Nacional de Cocinas de inducción, ya que no tuvo la demanda esperada y el stock de cocinas de este tipo podrán utilizarse en el plan Casa para todos, lo cual fue informado por el Ministro de Energía y Recursos Naturales Carlos Pérez.

Debido a este cambio e innovación surge la necesidad de conocer cuál es el impacto de las ondas electromagnéticas generadas por las cocinas de inducción en la salud del usuario.

En la época actual en que vivimos, el crecimiento notable de las tecnologías de telecomunicaciones ya sea estas por microondas o por radiofrecuencias generan gran expectativa sobre los efectos en la salud derivados de la exposición a los campos electromagnéticos emitidos por las ondas. Bajo este contexto las frecuencias radiadas por

cocinas de inducción no serán la excepción y representan también un campo de investigación.

Los estudios brindados sobre los campos electromagnéticos (CEM) vienen aplicándose desde hace varios años, los cuales tratan de relacionar un sinnúmero de enfermedades con los CEM

La exposición a los CEM se considera un factor de riesgo, ya que se encuentra presente en diferentes actividades, principalmente en el sector eléctrico como también en las telecomunicaciones y operaciones industriales.

La presente investigación evalúa el impacto de las ondas electromagnéticas provocadas por las cocinas de inducción en la salud del usuario partiendo de estudios previos realizados por organismos internacionales y medidas de campo eléctrico tomadas en distintas cocinas de inducción, además se dará a conocer cuáles son los rangos y márgenes de seguridad que permitan afirmar que determinadas exposiciones son inofensivas o en qué momento pueden ser motivo de alteraciones en las personas, lo que permitirá sugerir ciertas recomendaciones.

Se conceptualiza de manera clara y precisa cuales son los aspectos que conciernen a la radiación electromagnética no ionizante, mediante normas, documentos y páginas web actualizadas de los organismos encargados de regular y estudiar las ondas electromagnéticas.

4. Revisión de literatura

4.1. Campos Electromagnéticos (CEM)

En física “campo” esta designado como la zona del espacio donde se manifiestan fuerzas, de la misma forma, un campo electromagnético es la zona del espacio donde existen fuerzas eléctricas y magnéticas, creadas por las cargas eléctricas y su movimiento respectivamente. [2]

Los campos electromagnéticos se originan de diversas formas, ya sea natural o artificialmente.

El sol es una fuente natural muy importante de las emisiones electromagnéticas, en formas de rayos infrarrojos, rayos ultravioletas y luz visible, igualmente existe un campo magnético estático natural en la tierra, debido a las corrientes que circulan por el núcleo.

También estamos en un entorno de diversos tipos de campos electromagnéticos de origen artificial como ondas de radio y televisión, radares, radiofrecuencia en telefonía móvil, entre otros.

La frecuencia es una característica primordial de las emisiones electromagnéticas, ya que dependiendo del número de oscilaciones por unidad de tiempo se determinan los efectos que pueden producirse en los organismos expuestos, es decir la energía que porta una emisión electromagnética depende totalmente de su frecuencia.

El campo electromagnético está compuesto por dos campos, el magnético y el eléctrico, cuando estos dos se cambian o se mueven juntos tienden a producir las ondas electromagnéticas.

En si la Radiación Electromagnética (REM) es la oscilación de las partículas eléctricas y magnéticas moviéndose a la vez.

Como se puede observar en la figura 1, los campos eléctricos y magnéticos son perpendiculares entre si y los campos son perpendiculares a la dirección de onda.

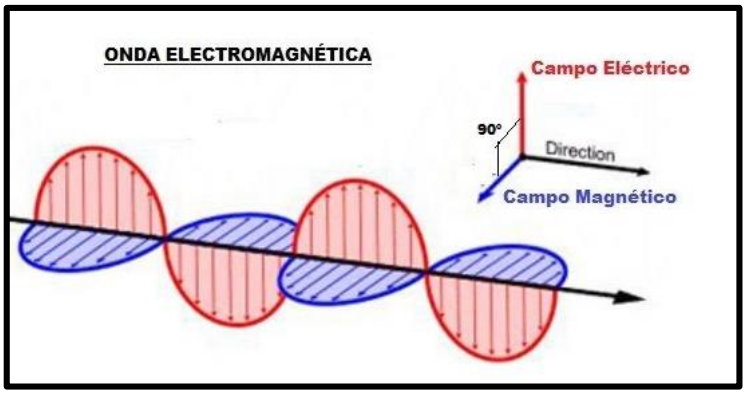

Figura 1. Representación de una onda electromagnética **[3]**

4.1.1. Unidades de medida

Como ya se anunció anteriormente los campos electromagnéticos son el resultado de la combinación de ondas eléctricas y magnéticas y sus unidades de medida son:

- Intensidad de Campo eléctrico (E) expresada en V/m (voltios por metro)
- Intensidad de Campo magnético (H) expresada en A/m (amperios por metro)
- Densidad de potencia (S) expresada en W / m^2 (watts por metro cuadrado)

4.1.1.1.Intensidad de campo eléctrico

Si se considera una carga en posición fija por ejemplo Q1, y se mueve lentamente una segunda carga a su alrededor se nota que en todas partes existe una fuerza sobre esta segunda carga. En otras palabras, esta segunda carga muestra la existencia de un campo de fuerza. A esta segunda carga se le llama carga de prueba Q_t, la fuerza sobre ella está dada por la ley de Coulomb.

$$F_t = \frac{Q_1 Q_t}{4\pi\epsilon_o R^2} \qquad (1)$$

Si se escribe la fuerza como una fuerza por unidad de carga se obtiene

$$E = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_o R^2} \qquad (2)$$

La cantidad resultante es función únicamente de Q1 y del segmento de línea dirigido desde Q1 a la posición de la carga de prueba. Se trata de un campo vectorial al cual se le llama intensidad de campo eléctrico.

Se define la intensidad de campo eléctrico como el vector fuerza sobre cada unidad de carga positiva de prueba.

4.1.1.2. Intensidad de campo magnético

La ley de Biot – Savart establece que en cualquier punto P la magnitud de la intensidad de campo magnético que produce un elemento diferencial es proporcional al producto de la corriente, magnitud del diferencial de longitud y el seno del ángulo formado entre el filamento y la línea que lo conecta en el punto P en donde se busca el campo.

La magnitud de intensidad de campo magnético es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde el elemento diferencial al punto P.

$$dH = \frac{IdL\ x\ a_R}{4\pi R^2} \qquad (3)$$

4.1.1.3.Densidad de potencia de onda plana equivalente

Potencia por unidad de área normal a la dirección de propagación, usualmente expresada en unidades de watts por metro cuadrado. Para ondas planas, la densidad de potencia, la intensidad de campo eléctrico (E) y la intensidad de campo magnético (H) están relacionadas por la impedancia del espacio libre, es decir 377 ohmios.

4.1.2. Campo Eléctrico y Magnético

Los campos eléctricos y magnéticos son las líneas invisibles de energía que rodean a todo dispositivo o aparato eléctrico. Las líneas de energía eléctrica, el alambrado eléctrico, los equipos eléctricos, electrodomésticos entre otras fuentes producen CEM. [4]

El voltaje produce los campos eléctricos y estos aumentan en intensidad a medida que aumenta el voltaje y los campos magnéticos son el resultado del flujo de la corriente por

los alambres o dispositivos eléctricos y estos aumentan en intensidad a medida que aumenta la corriente.

Para que exista un campo magnético los equipos eléctricos deben estar encendidos, para que la corriente pueda fluir.

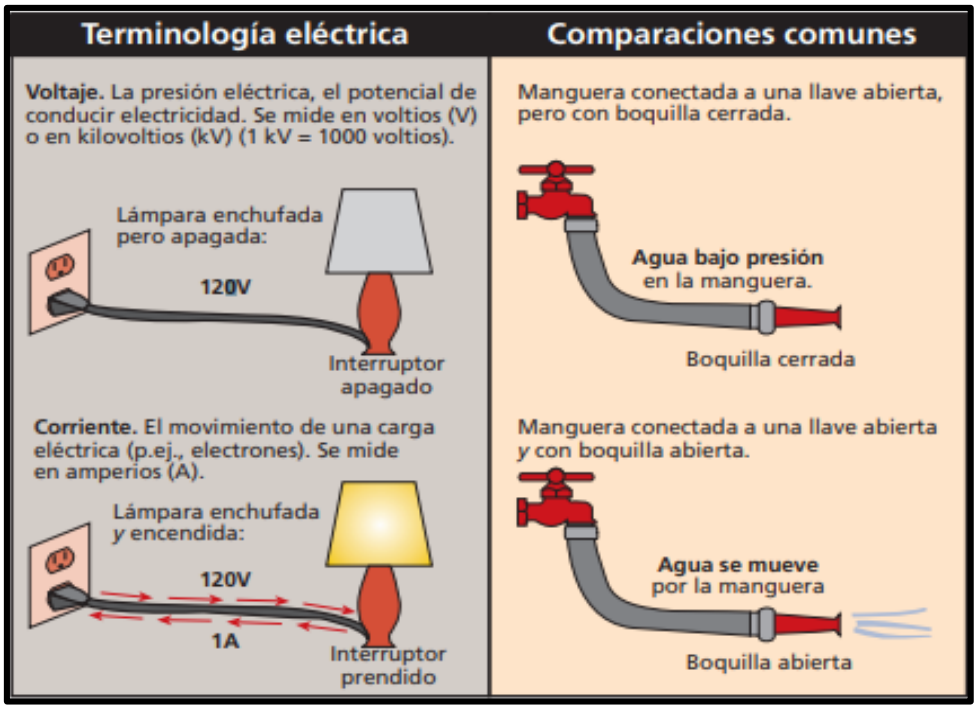

Figura 2. Comparaciones comunes de Campo Magnético y Campo Eléctrico. **[4]**

Los campos eléctricos son bloqueados por materiales que conducen la electricidad o por materiales que tienen una conducción débil, como los árboles, los edificios y la piel humana. Pero los campos magnéticos pasan a través de la mayoría de todo material. Ha mayor distancia de la fuente que produce los CEM menor será el impacto.

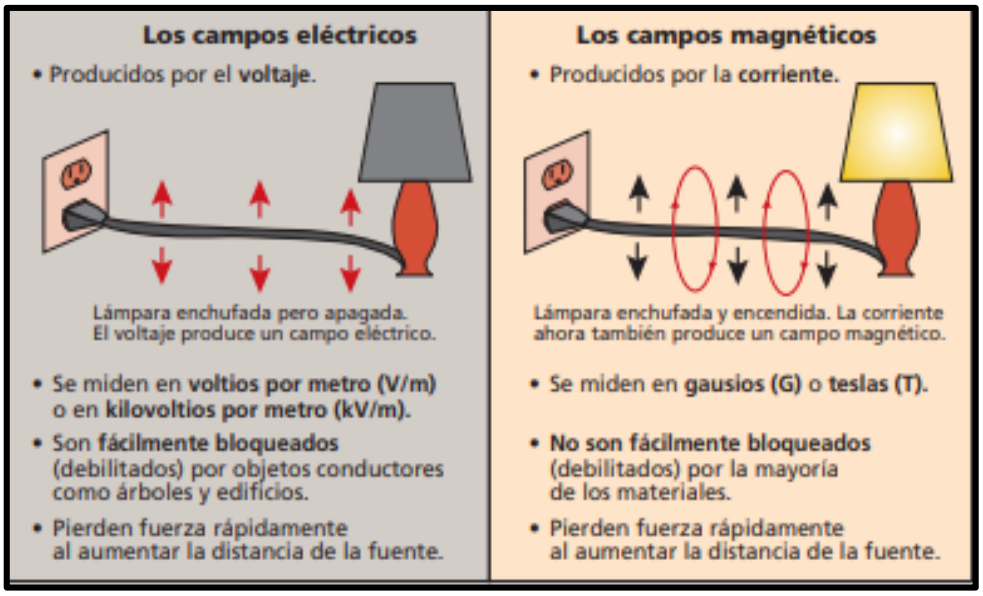

Figura 3. Características de los CEM **[4]**

El campo eléctrico es producido debido a las cargas eléctricas independiente de su estado de movimiento, de forma general se conoce que el patrón de campo eléctrico producido en cualquier campo va a depender de la distribución de cargas y los objetos presentes en la región cercana.

La fuente de los campos eléctricos es la tensión eléctrica, con una característica primordial de que puede existir un campo eléctrico incluso cuando el aparato eléctrico no está en marcha.

4.1.3. Radiaciones

Las radiaciones son una fuente de energía que se desplaza de un punto a otro sin necesidad de algún soporte material, pueden resultar peligrosas dependiendo del tipo de radiación y del tiempo que se esté expuesto a la misma.

Se clasifican en radiaciones ionizantes y radiaciones no ionizantes

4.1.3.1.Radiaciones ionizantes

La ionización se refiere al proceso mediante el cual es arrancado un electrón de las capas exteriores de un átomo por acción de una radiación externa, para organismos vivos.

Son radiaciones que emanan suficiente energía lo cual provoca que se rompan enlaces químicos y se conoce como ionización, dichas radiaciones generan importantes daños en el material genético de las células.

Estas radiaciones producen lesiones directamente en los tejidos o mediante reacciones secundarias como la formación de radicales libres[1], estas pueden ser provocadas por rayos X, neutrones, protones y rayos gamma.

Una fuente altamente peligrosa es procedente de los rayos X de alta energía utilizado para radiodiagnóstico, reactores nucleares, aceleradores lineales, fuentes de cobalto y cesio entre otros materiales radiactivos que se producen artificialmente y se emplean en medicina o en la industria. [5]

Pueden producir efectos nocivos inmediatos y a largo plazo

Efectos inmediatos

- Nauseas
- Vómitos
- Diarreas
- Pérdida de cabello

Efectos a largo plazo

- Cáncer
- Leucemia
- Envejecimiento prematuro
- Malformaciones genéticas hereditarias

4.1.3.2.Radiación no ionizante

Son ondas que transmiten muy poca energía, las cuales están localizadas en la parte del espectro electromagnético y comprende las ondas de radio, microondas, infrarrojo,

[1] Radicales libres: son átomos que tienen un electrón desapareado en capacidad de aparearse, por lo que son muy reactivos. Estos radicales recorren nuestro organismo intentando robar un electrón de las moléculas estables, con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica.

visible y ultravioleta. Estas radiaciones por tener muy baja frecuencia no pueden desplazarse, lo que implica que desaparece a corta distancia de la fuente que lo genera.

Cuando las personas son expuestas a los campos de baja frecuencia, los campos eléctricos y las corrientes se generan dentro del cuerpo y pueden inferir con el funcionamiento biológico normal. Además, el campo eléctrico de baja frecuencia interactúa con la carga superficial. En niveles bajos, estas interacciones pasan desapercibidas y no comprometen a la salud. Sin embargo, por encima de un cierto nivel de exposición, conocido como umbral los campos internos producidos provocan efectos reversibles en las células excitables en el cuerpo, como una luz tenue.

La radiación no ionizante es el termino dado a la radiación en la parte del espectro electromagnético donde no hay suficiente energía para causar ionización. En la vida diaria, las fuentes de radiación no ionizantes más comunes son el sol, electrodomésticos, teléfonos móviles, Wi-Fi, hornos de microondas, y en el caso de nuestro estudio las cocinas de inducción.

4.2. Efectos que produce la exposición a campos electromagnéticos

Tanto los campos eléctricos como los magnéticos inducen tensiones y corrientes eléctricas en el organismo del ser humano. El principal efecto biológico de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia es el calentamiento, fenómeno que se da en los hornos microondas para calentar alimentos, aunque los niveles de campos de radiofrecuencia a los que normalmente están expuestas las personas son menores que los que se utilizan para producir un calentamiento significativo. [6]

Científicos investigan la posibilidad de que puedan existir efectos adversos debido a la exposición a largo plazo a niveles inferiores al umbral establecido para el calentamiento del organismo, sin embargo hasta la fecha no se han confirmado efectos adversos para la salud debido a esta exposición a largo plazo.

Los efectos biológicos son respuestas medibles a un estímulo o cambio en el medio, estos cambios no siempre son perjudiciales para la salud, ya que el organismo de los seres vivos dispone de mecanismos que le permiten ajustarse a las numerosas y variadas influencias a las que vivimos diariamente; sin embargo, el organismo no posee mecanismos adecuados para combatir o compensar adecuadamente todos los efectos

biológicos y puede producir cambios irreversibles dentro del organismo y que fuerzan el sistema de los seres vivo durante largos periodos, lo cual puede ser un peligro para su salud.

Experimentos realizados con voluntarios sanos a la exposición a corto plazo a niveles presentes en el medio ambiente o en el hogar no producen ningún efecto perjudicial. La controversia se plantea en que si estos niveles a exposición a largo plazo puedan o no provocar respuestas biológicas e influir en el bienestar de las personas

Un sinnúmero de personas han acusado un conjunto indefinido de síntomas a la exposición de baja intensidad a campos electromagnéticos en el hogar como ansiedad, fatiga, nauseas, depresión, suicidios, entre otros, sin que hasta la fecha existan pruebas científicas que corrobore la relación entre los síntomas y la exposición a campos electromagnéticos. [6]

4.3. Investigaciones previas de efectos producidos por radiación electromagnética.

La expansión de diversas fuentes que producen campos electromagnéticos (CEM) ha sido evidente, así como en las nuevas tecnologías, se pueden apreciar en muchos aparatos como los son: televisores, computadoras, radares, estaciones base de telefonía móvil, equipos complejos de telemedicina y otros campos, que han visto un adelanto vertiginoso. [7] .

Estudios realizados en décadas anteriores manifiestan que la exposición a los CEM podría producir efectos desfavorables para la salud, como cáncer, pérdida progresiva de la memoria, cambios en la conducta de las personas entre otras.

Por lo cual para dar una respuesta positiva a la preocupación general acerca de los efectos que pudiesen causar en la salud la exposición a las Radiaciones Electromagnéticas (REM), la Organización Mundial de la Salud (OMS) crea en 1996 el “Proyecto Internacional CEM”, en el que se evalúan las pruebas científicas de los posibles efectos sobre la salud de los CEM en el intervalo de frecuencia de 0 a 300 GHz. El proyecto lo financian en su totalidad los países y las agencias que participan en el proyecto. [6]

La Revista médica británica “The Lancet” en los años 90 publicó una revisión con el nombre de “Ondas Electromagnéticas y cáncer en niños”. En la que contenía un análisis

en lo referente a estudios de cáncer infantil, mostrando en los resultados un pequeño incremento en la incidencia de leucemia, pero no un incremento estadísticamente significativo en la incidencia de cáncer en el sistema nervioso central, linfoma o en la tasa global de cáncer. [8]

En la investigación titulada “Una revisión de estudios epidemiológicos de los efectos en la salud, por vivir cerca o surtir efecto con equipos de generación eléctrica y de transmisión”, describe una profunda revisión de documentos residenciales y laborales, en donde se evidencia un pequeño incremento de incidencia de leucemia en las personas expuestas a trabajos eléctricos, pero asume que no fue posible establecer una asociación definitiva y determinante causa-efecto**.** [9]

En mayo de 2019 se realizó una investigación titulada “¿Puede la exposición de bajo nivel a los campos de radio frecuencia afectar el comportamiento cognitivo en animales de laboratorio? Una revisión sistemática de la literatura relacionada con el aprendizaje espacial y la memoria de lugares” cuyo trabajo nos indica que si la exposición de bajo nivel a los campos de radiofrecuencia (RF) podría ser un riesgo significativo para la salud pública aún no se ha resuelto completamente, a pesar de una extensa investigación epidemiológica y experimental, especialmente en los últimos 20 años. Si bien se ha establecido que las exposiciones intensas pueden causar un calentamiento sustancial de todo el cuerpo o partes del mismo, los efectos en ausencia de calentamiento siguen siendo muy controvertidos, y se sigue expresando la preocupación de que las exposiciones a niveles ambientales pueden aumentar el riesgo de algunos tipos de cánceres cerebrales, disminuyen la fertilidad masculina o alteran la función cognitiva. Además esta revisión considera si la exposición a campos de radiofrecuencia (RF) de bajo nivel en su mayoría asociados con la tecnología de teléfonos móviles, puede influir en el comportamiento cognitivo de los animales de laboratorio. Los estudios se nominaron para su inclusión utilizando un protocolo definido a priori con criterios preseleccionados, y los estudios se excluyeron del análisis si no incluían detalles suficientes sobre la exposición, la dosimetría o el protocolo experimental, o si carecían de un grupo expuesto de manera falsa. En general, se identificaron 62 estudios de los últimos 20 años que investigaron los efectos de los campos de RF en la memoria espacial y el aprendizaje de lugares y se han publicado desde 1993. De estos, 17 estudios fueron excluidos, 20 estudios no informaron

un campo significativo relacionado con los efectos, 21 estudios informaron deficiencias o déficits significativos y cuatro estudios informaron consecuencias beneficiosas. Los datos no sugieren si estos resultados están relacionados con diferencias específicas en las condiciones de exposición o de prueba, o simplemente representan una posibilidad. Sin embargo, algunos estudios han sugerido posibles mecanismos moleculares para los efectos observados, pero ninguno de estos ha sido comprobado a través de una replicación independiente. Otros estudios de comportamiento podrían ser útiles para resolver esta situación, y se sugiere que estos utilicen un modelo animal consistente con protocolos estandarizados de exposición y prueba, y con una dosimetría detallada proporcionada por modelos animales heterogéneos y anatómicamente realistas**.** [10]

En 2011, 30 científicos de 14 países se reunieron en la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), para evaluar la carcinogenicidad[2] de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia, ya que las exposiciones humanas a campos electromagnéticos pueden ocurrir por el uso de dispositivos personales o de fuentes ocupacionales (dieléctricos de alta frecuencia e inducción) y de fuentes ambientales (estaciones base de teléfonos móviles, antenas) en la cual explican que la exposición promedio del uso de teléfonos de telecomunicaciones inalámbricas mejoradas digitalmente (DECT[3] por sus siglas en inglés) es aproximadamente cinco veces menor que la medida para los teléfonos GSM[4], y los teléfonos de tercera generación (3G) en promedio, aproximadamente 100 veces menos energía de radio frecuencia que los teléfonos GSM. Cuando las señales son fuertes de manera similar, se estima que la potencia de salida promedio de los kits manos libres inalámbricos Bluetooth es aproximadamente 100 veces menor que la de los teléfonos móviles**.** [11]

Sostener un teléfono móvil en el oído para hacer una llamada de voz puede resultar en altos valores específicos de tasa de absorción de energía[5] de RF en el cerebro, según el diseño y la posición del teléfono y su antena en relación con la cabeza, cómo el teléfono

[2] Carcinogenicidad: es la capacidad que presenta un determinado agente de distinta naturaleza (física, química o biologica) de inducir neoplasmas malignos, es decir cáncer, tanto en el hombre como en los animales
[3] DECT: Digital Enhanced Cordless Telecommunicactions
[4] GSM: Global System for Mobile
[5] Tasa de Absorción de Energía: es una medida de la potencia máxima con que un campo electromagnético es absorbido por el tejido vivo.

se mantiene, la anatomía de la cabeza y la calidad del enlace entre la estación base y el teléfono. Cuando es usado por niños, la energía de RF promedio es dos veces mayor en el cerebro y hasta diez veces más alta en la médula ósea del cráneo, en comparación con el uso de teléfonos móviles por parte de adultos. El uso de kits de manos libres reduce la exposición al cerebro a menos del 10% de la exposición del uso en el oído, pero podría aumentar la exposición a otras partes del cuerpo. [11]

El estudio INTERPHONE un estudio multicéntrico de casos y controles, es la investigación más grande hasta el momento sobre el uso de teléfonos celulares y tumores cerebrales, como el glioma, el neuroma acústico y el meningioma[6]. El análisis agrupado incluyó 2708 casos de glioma y 2972 controles, en donde la probabilidad para que el glioma tienda a crecer, aumenta al subir la dosis de Radio Frecuencia para las exposiciones de 7 años o más antes del diagnóstico. [11]

Un grupo de investigación sueco realizo un análisis de dos estudios entre el uso de teléfonos móviles e inalámbricos y el glioma, el neuroma acústico y el meningioma. El análisis incluyó 1148 casos de glioma y 2438 controles, obtenidos a través de registros de cáncer y de población, respectivamente. Los cuestionarios enviados por correo autoadministrados fueron seguidos por entrevistas telefónicas para obtener información sobre las exposiciones, incluido el uso de teléfonos móviles e inalámbricos. Los participantes que habían usado un teléfono móvil durante más de un año obtuvieron una probabilidad para un glioma de 1.3 cual creció con el aumento del tiempo desde el primer uso y con el tiempo total de la llamada alcanzando una probabilidad de 3.2 durante más de 2000 horas de uso. [11]

El grupo de trabajo concluyó que existe una "evidencia limitada en humanos" para la carcinogenicidad de RF, basada en asociaciones positivas entre glioma y neuroma acústico y la exposición a RF de teléfonos inalámbricos. Unos pocos miembros del Grupo de Trabajo consideraron la evidencia actual en humanos "inadecuada". En su opinión, hubo una inconsistencia entre los dos estudios de casos y controles y la falta de una relación de exposición-respuesta en los resultados del estudio INTERPHONE; no se observó un aumento en las tasas de glioma o neuroma acústico, y hasta ahora, las

[6] [6] Meningioma: tumor que se origina de las membranas que rodean el cerebro y la medula espinal

tendencias temporales reportadas en las tasas de incidencia de glioma no han mostrado una relación con las tendencias temporales en el uso de teléfonos móviles. [11]

Una investigación llamada “Tumores cerebrales y cáncer de glándulas salivales entre usuarios de teléfonos celulares”, realizada en el 2002 en la que se trata de hallar una reciprocidad entre la posibilidad de riesgo de contraer cáncer por el uso continuado del teléfono celular; para ello se realizó un estudio de casos de control basado en registros sobre el empleo de teléfonos celulares y el cáncer. Las personas que estuvieron dentro del caso en estudio fueron todos los casos de tumor cerebral y cáncer de glándula salival diagnosticado en Finlandia durante 1996. El resultado tampoco fue indicación clara ya que a causa del uso de teléfonos celulares por parte de los sujetos de prueba, no se halló en general asociación pertinente con tumores cerebrales o cánceres de glándulas salivales, aunque si se encontró una débil relación entre gliomas y teléfonos celulares analógicos [12]

En 2004 se realiza una investigación titulada “Asociación de la radiación de los teléfonos móviles con síntomas como fatiga, dolor de cabeza, mareos, tensión y trastornos del sueño” el cual proporciona una explicación acerca de los daños que posiblemente causaría el uso excesivo del teléfono celular, llevada a cabo en el Departamento de Fisiología, del Colegio de Medicina, King Saud University, Riyadh, Reino de Arabia Saudita entre el año 2002 a 2003. Un total de 437 personas fueron invitadas para ser parte del experimento (55,1% hombres y 39,9% mujeres) Se les distribuyó un cuestionario sobre la historia médica personal detallada y la asociación que posiblemente hay con la salud si el teléfono celular es usado excesivamente. Los resultados determinaron que si hay una asociación entre el uso de teléfonos móviles y los riesgos para la salud. El porcentaje medio total para estos descubrimientos clínicos en todos los grupos son; 1) cefalea (21,6%), 2)trastornos del sueño (4%), 3) tensión (3,9%), 4) fatiga (3%), 5) mareos (2,4%), llevándolos a la conclusión que el uso de teléfonos móviles si tienden a ser un factor de riesgo para la salud, recomendando el no uso excesivo del teléfono celular. [13]

En 2017 se realiza una investigación titulada “Investigación epidemiológica de los factores de riesgos de las mujeres embarazadas con aborto precoz espontaneo en Beijing” se efectuó en los Departamentos de Reproducción del Hospital Obstétrico y Ginecológico de Beijing y del Hospital Tercero de la Universidad de Peking, detalla en la publicación

que se realizó desde los años 2000 al 2013 una encuesta a 34.417 mujeres en estado de embarazo que consistente de 4 secciones, condición general, historia obstétrica, antecedentes familiares y cuáles son sus hábitos de vida, además de evaluar la condición mental en la Escala de Autovaloración de Ansiedad de (SAS[7] por sus siglas en ingles) y la Escala de Autovaloración de Depresión de (SDS[8] por sus siglas en ingles), concluyendo que vivir a menos de 100 metros alrededor de una estación base es un factor de aborto espontaneo en Beijín. [14]

El Programa Nacional de Toxicología (NTP por sus siglas en inglés) en su investigación "Alta exposición a radiación de radiofrecuencia asociada con cáncer en ratas macho" redactó dos informes finales en donde presenta pruebas claras de que ratas macho expuestas a altos niveles de radiación de radiofrecuencia, como la utilizada en los teléfonos celulares de Segunda Generación (2G) y Tercera Generación (3G) desarrollaron tumores cardiacos cancerosos. También hubo algunas pruebas de tumores en el cerebro y la glándula suprarrenal de ratas macho expuestas. [15]

John Bucher, Ph.D científico principal de NTP anunció que las exposiciones utilizadas en los estudios no se pueden comparar con la exposición que los humanos experimentan cuando usan un teléfono celular. En el estudio realizado, las ratas y ratones recibieron radiación de radiofrecuencia en todo su cuerpo. En contraste la mayoría de personas están expuestas a tejidos locales específicos cerca de donde sostienen el teléfono. Además los niveles de exposición y la duración en los estudios fueron mayores a lo que las personas experimentan. [15]

Los estudios NTP tardaron alrededor de 10 años en completarse y son la evaluación más completa hasta la fecha de los efectos de los animales expuestos a radio frecuencias con modulaciones utilizadas en los teléfonos celulares 2G y 3G. [15]

En el año 2012 la ciudad de Berkeley, California, se convirtió en la primera ciudad de Estados Unidos en adoptar una ley que obliga a los minoristas de teléfonos celulares a proporcionar a los consumidores información de seguridad con respecto a la radiación de los teléfonos celulares. Actualmente, la mayoría de los dispositivos con capacidad

[7] SAS: Self-Rating Anxiety Scale
[8] SAS: Self-Rating Depression Scale

inalámbrica, como los teléfonos inteligentes, llevan las recomendaciones de seguridad exigidas por la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC[9] por sus siglas en inglés) sobre qué tan cerca de la piel se deben mantener los dispositivos. Pero esos avisos a menudo están ocultos en los manuales e instrucciones en línea, dejando a la mayoría de los consumidores sin saber que existen. [15]

En la guía de inicio rápido del dispositivo HUAWEI modelo RNE-LO3, RNE-L23 describe el cumplimiento de las normas de la FCC. [16]

- Uso del teléfono cerca del cuerpo: el dispositivo de radio frecuencia siempre que se use cerca del oído o a una distancia de 1.5 cm del cuerpo. Asegúrese de que los accesorios del dispositivo no estén hechos de metal. Mantenga el dispositivo alejado del cuerpo para cumplir con el requerimiento anterior relacionado con la distancia.
- Declaración de cumplimiento con las normas de la FCC: este dispositivo genera, utiliza y puede irradiar energía de radiofrecuencia. De no ser instalado o utilizado de acuerdo con las instrucciones pertinentes puede causar interferencias nocivas. [16]

En Midwest Research Institute de Kansas en Estados Unidos, en sus laboratorios trabajaron con voluntarios sometidos a campos eléctricos pulsantes de baja frecuencia. Cuando se accionaba el campo se procedían a confirmar variaciones del ritmo cardiaco de tres latidos menos por minuto, pérdida parcial de la capacidad de reacción o del tiempo cronológico, ocasionando un descenso del tiempo de respuesta y una menor capacidad en la ejecución de un test propuesto, así como cambios en la actividad cerebral. Estos síntomas desaparecían al eliminar el campo que se accionaba sobre los voluntarios. [17]

En el año 2000 a raíz de problemas de salud que vienen generando las ondas electromagnéticas, se han presentado demandas judiciales por este concepto. En Europa ya han prosperado varias demandas contra empresas de telefonía móvil relacionadas con los posibles daños de las antenas repetidores. La resolución más significativa quizás haya sido la de la audiencia de Frankfurt (Alemania), que dictó una sentencia en contra de la compañía operadora de prohibir el funcionamiento de una antena instalada en el campanario de la comunidad evangélica Oberursel por motivos de salud. La sentencia señalada que los demandantes demostraron que la instalación montada por la demandada

[9] FCC: Federal Communications Commission

emite radiaciones pulsantes de alta frecuencia que representan un serio peligro para la salud de los demandantes. La audiencia considero poco segura la normativa que regula las emisiones de estas antenas, basada esencialmente en las recomendaciones de los organismos internacionales de estandarización ICNIRP. [18]

En 2015, 190 científicos de 39 países de las Naciones Unidas realizaron un llamado a la Organización de las Naciones Unidas, solicitando a la Organización Mundial de la Salud (OMS) que adopte más pautas de exposición protectora para los campos electromagnéticos no ionizantes ante las crecientes exposiciones de muchas fuentes. La Apelación Internacional de Científicos de EMF-SCIENTIST[10], pide a las Naciones Unidas y sus organizaciones que alienten las medidas de precaución y realicen una evaluación ambiental; para que la OMS eduque al público sobre los riesgos para la salud, en particular para los niños y las mujeres embarazadas; y para el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente para evaluar el impacto potencial de la exposición de los CEM en todos los organismos vivos. [19]

Según la investigación publicada, los efectos de los campos electromagnéticos de baja intensidad incluyen: mayor riesgo de cáncer, estrés celular, formación de radicales libres, mayor permeabilidad de la barrera hematoencefálica y daño genético. Otros efectos potenciales incluyen deficiencias de aprendizaje y memoria, trastornos neurológicos / neurotransmisores, efectos reproductivos e impactos negativos en el bienestar general. [19]

La Comisión Internacional para la Protección de las Radiaciones No Ionizantes estableció en 1998 las “Directrices para la limitar la exposición a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo”. Estas directrices son las aceptadas por la OMS y por numerosos países de todo el mundo. La OMS está haciendo campaña para que todas las naciones adopten estas directrices del ICNIRP para conseguir una armonización internacional. En 2009, el ICNIRP emitió un comunicado en el que reafirmaba sus directrices de 1998 ya que, en su opinión, la literatura científica publicada desde entonces "no ha presentado pruebas de cualquier efecto adverso a niveles inferiores a las restricciones básicas y no requiere por tanto una revisión inmediata de sus directrices

[10] EMF-SCIENTIST: Cientificos dedicados al estudio de los efectos biológicos y sobre la salud de los campos electromagnéticos no ionizantes.

sobre la limitación de la exposición a campos electromagnéticos de alta frecuencia". El ICNIRP continúa hasta nuestros días haciendo estas afirmaciones, a pesar de la creciente evidencia científica de lo contrario. La opinión de EMF-SCIENTIST es que las directrices del ICNIRP no tienen en cuenta los efectos de la exposición de baja intensidad a largo plazo, son insuficientes para proteger la salud pública. [19]

La Apelación, por lo tanto, llama a todas las naciones miembros de las Naciones Unidas a:

- Proteger a los niños y mujeres embarazadas de los campos electromagnéticos.
- Hacer que los estándares para campos electromagnéticos de baja frecuencia sean más protectores.
- Alentar a los fabricantes a desarrollar una tecnología más segura.
- Exigir a las empresas eléctricas que mantengan la calidad de la energía adecuada y que garanticen el cableado eléctrico adecuado para minimizar las emisiones de EMF dañinas.
- Informar al público sobre los riesgos potenciales para la salud de los campos electromagnéticos y enseñar a las personas cómo reducir los riesgos.
- Capacitar a profesionales médicos para diagnosticar y tratar a pacientes con sensibilidad electromagnética-
- Financiar la capacitación e investigación sobre campos electromagnéticos que sea independiente de la industria y obligue a la cooperación de la industria con los investigadores.
- Establecer áreas libres de campos electromagnéticos
- Alentar a los medios de comunicación a revelar las relaciones financieras de los expertos con la industria al citar sus opiniones sobre la seguridad de las tecnologías que emiten campos electromagnéticos. [19]

4.4. Normas establecidas para la regulación de exposición permitida a las radiaciones no ionizantes.

La Comisión Internacional para la Protección de Radiaciones no Ionizantes (ICNIRP[11] por sus siglas en inglés) proporciona asesoramiento científico y orientación sobre los efectos en la salud y el medio ambiente de la radiación no Ionizante para proteger a las personas y el medio ambiente de la exposición perjudicial. En su recomendación "DIRECTRICES PARA LIMITAR LA EXPOSICIÓN A CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS VARIABLES EN TIEMPO (hasta 300 GHz)" [20], establece cuales son los límites permitidos en dos casos diferentes

- **Caso 1**

  Ocupacional: estos límites se aplican en situaciones en las cuales las personas se encuentran expuestas a radiaciones como consecuencia de su trabajo, estas personas están instruidas de la magnitud de la exposición y pueden tomar control sobre este. Así mismo los límites de exposición ocupacional también se aplican en situaciones cuando una persona se encuentra transitoriamente en un lugar donde dichos límites son aplicados y esta persona es informada sobre los detalles de la exposición.

- **Caso 2**

  Poblacional: los limites se aplican en situaciones en la cual el público en general puede estar expuesto a radiaciones, en el caso en que las personas estén siendo expuestas como consecuencia de su trabajo y no pueden ser informados de la potencia de exposición o no pueden tomar control sobre su propia exposición.

[11] ICNIRP: The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

Frequency range	E-field strength ($V\ m^{-1}$)	H-field strength ($A\ m^{-1}$)	B-field (μT)	Equivalent plane wave power density S_{eq} ($W\ m^{-2}$)
up to 1 Hz	—	3.2×10^4	4×10^4	—
1–8 Hz	10,000	$3.2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	—
8–25 Hz	10,000	$4{,}000/f$	$5{,}000/f$	—
0.025–0.8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	—
0.8–3 kHz	$250/f$	5	6.25	—
3–150 kHz	87	5	6.25	—
0.15–1 MHz	87	$0.73/f$	$0.92/f$	—
1–10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0.73/f$	$0.92/f$	—
10–400 MHz	28	0.073	0.092	2
400–2,000 MHz	$1.375f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	$0.0046f^{1/2}$	$f/200$
2–300 GHz	61	0.16	0.20	10

Tabla 1. Niveles de referencia ICNRIP para la exposición del público en general a campos eléctricos y magnéticos variables en el tiempo **[20]**

Frequency range	E-field strength ($V\ m^{-1}$)	H-field strength ($A\ m^{-1}$)	B-field (μT)	Equivalent plane wave power density S_{eq} ($W\ m^{-2}$)
up to 1 Hz	—	1.63×10^5	2×10^5	—
1–8 Hz	20,000	$1.63 \times 10^5/f^2$	$2 \times 10^5/f^2$	—
8–25 Hz	20,000	$2 \times 10^4/f$	$2.5 \times 10^4/f$	—
0.025–0.82 kHz	$500/f$	$20/f$	$25/f$	—
0.82–65 kHz	610	24.4	30.7	—
0.065–1 MHz	610	$1.6/f$	$2.0/f$	—
1–10 MHz	$610/f$	$1.6/f$	$2.0/f$	—
10–400 MHz	61	0.16	0.2	10
400–2,000 MHz	$3f^{1/2}$	$0.008f^{1/2}$	$0.01f^{1/2}$	$f/40$
2–300 GHz	137	0.36	0.45	50

Tabla 2. Niveles de referencia ICNIRP para la exposición ocupacional a campos eléctricos y magnéticos variables en el tiempo **[20]**

ICNIRP recomienda que las restricciones en los campos eléctricos internos inducidos por campos eléctricos o magnéticos, se consideren valores instantáneos que no deben promediarse en el tiempo

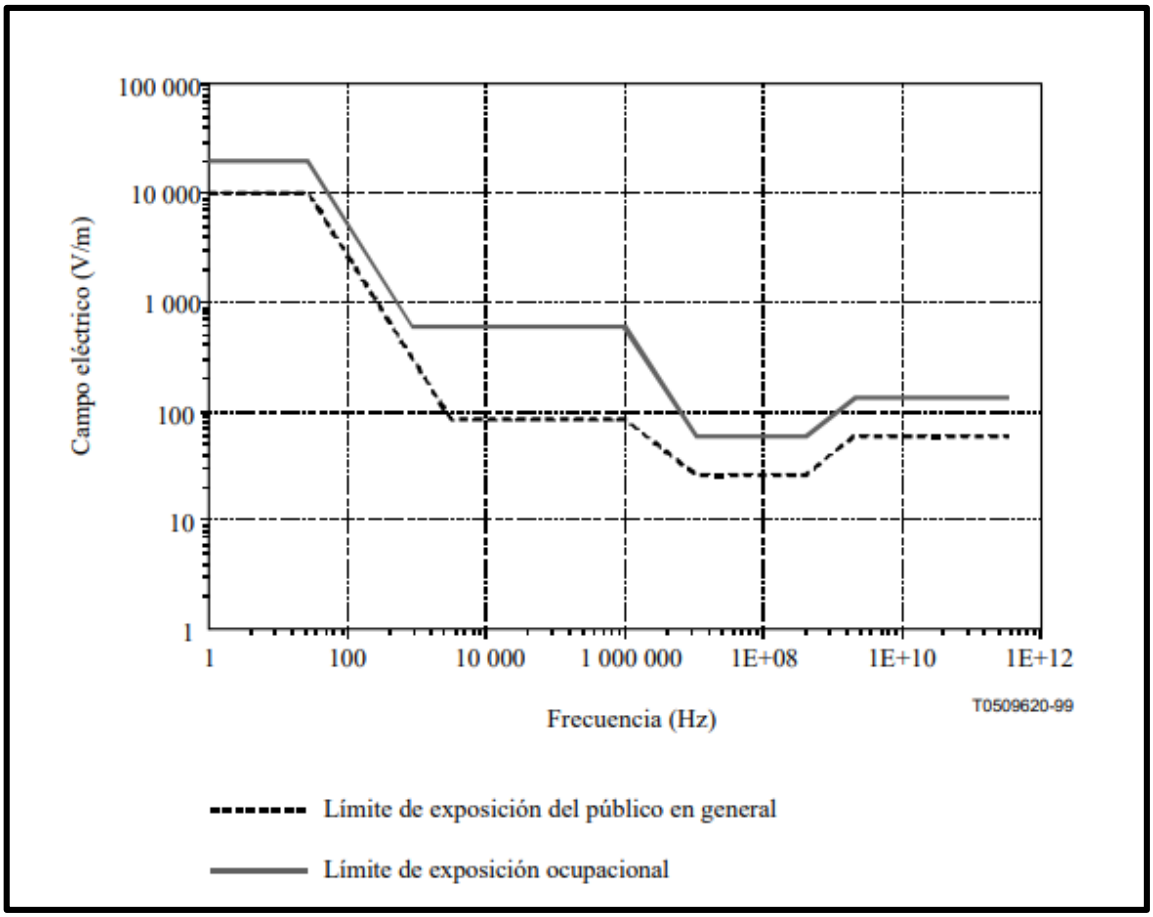

Figura 4. Límites de referencia ICNIRP de intensidad de campo eléctrico **[20]**

En Latinoamérica solo ciertos países poseen normas que regulan la cantidad de exposición permitida a las radiaciones no ionizantes algunos se pueden ver a continuación. [7]

- En Argentina las resoluciones MS-202/1995 y SeCom 530/2000 expresa limites ocupacionales y públicos similares a los de la norma del ICNIRP
- En Bolivia se usa el Estándar técnico de la Superintendencia de Telecomunicaciones SITTEL 2002/0313
- En Brasil la Resolución 303 del 2 de Junio del 2002 de la Agencia Nacional de Telecomunicaciones, limita las exposiciones a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos entre 9 kHz y 300 GHz basado en la recomendación del ICNIRP
- En Chile el Decreto 594/00 Salud, Titulo 4, sobre contaminación ambiental y Resolución 505/00 de la Subsecretaria de Telecomunicaciones.

- En Colombia existe una Norma Técnica UIT-T K.52, basada en los límites recomendados por la ICNIRP.
- En Ecuador la norma técnica establecida, es la UIT-T K.52, la cual se basa en los límites de seguridad proporcionados por la ICNIRP, la cual brinda las directrices para limitar la exposición a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables hasta 300 GHz

Tipo de exposición	Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Intensidad de campo magnético (A/m)	Densidad de potencia de onda plana equivalente S_{eq} (W/m^2)
Ocupacional	Hasta 1 Hz	–	2×10^5	–
	1-8 Hz	20 000	$2 \times 10^5/f^2$	–
	8-25 Hz	20 000	$2 \times 10^4/f$	–
	0,025-0,82 kHz	$500/f$	20/f	–
	0,82-65 kHz	610	24,4	–
	0,065-1 MHz	610	$1,6/f$	–
	1-10 MHz	$610/f$	$1,6/f$	–
	10-400 MHz	61	0,16	10
	400-2000 MHz	$3f^{1/2}$	$0,008f^{1/2}$	$f/40$
	2-300 GHz	137	0,36	50
Público en general	Hasta 1 Hz	–	2×10^4	–
	1-8 Hz	10 000	$2 \times 10^4/f^2$	–
	8-25 Hz	10 000	$5000/f$	–
	0,025-0,8 kHz	$250/f$	4/f	–
	0,8-3 kHz	$250/f$	5	–
	3-150 kHz	87	5	–
	0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	–
	1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	–
	10-400 MHz	28	0,073	2
	400-2000 MHz	$1,375f^{1/2}$	$0,0037f^{1/2}$	$f/200$
	2-300 GHz	61	0,16	10

Tabla 3. Límites básicos recomendados en ICNIRP expuestos en la normativa UIT-T K.52

- En México existe la comisión federal de telecomunicaciones, en su programa nacional de normalización PNN-2005 plantea la necesidad de una norma oficial mexicana que regule las radiaciones no ionizantes en todo el espectro radioeléctrico.

- En Perú por Decreto Supremo del Ministerio de Transporte y Comunicaciones existe la adopción de límites de exposición en el espectro de radiofrecuencias de 9 kHz a 300 GHz basada en límites recomendados por la ICNIRP
- En Venezuela la norma NVC 2238-00 es un estándar nacional que fija los límites de máxima exposición permitida.
- En Panamá el Ministerio de Salud y Bienestar Social controla la exposición a radiaciones electromagnéticas y se rigen en la estándares establecidos por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE[12] por sus siglas en ingles)

4.5. Proyecto Internacional CEM

La Organización Mundial de la Salud OMS en su proyecto internacional CEM que evalúa cuales son los posibles efectos sobre la salud de los CEM en el intervalo de 0 a 300 GHz, tiene a varios países e instituciones como participantes en dicho proyecto, países como: Brasil, Canadá, Cuba, Ecuador, Perú, Estados Unidos, entre otros. [21]

El proyecto CEM ha realizado múltiples evaluaciones científicas sobre cuáles son los efectos sobre la salud que causa la exposición a campos de frecuencias correspondientes a diversos segmentos del espectro electromagnético, así como evaluaciones con objetivos específicos como definir cuál es el nivel térmico perjudicial en el organismo humano.

La OMS tiene como objetivos claros dentro de su proyecto los siguientes:

- Evaluar el estado de la ciencia
- Identificar lagunas de conocimiento que deben investigarse en mayor profundidad para mejorar las evaluaciones de los riesgos para la salud
- Fomentar investigaciones centradas en los campos de frecuencias de diversas partes del espectro electromagnético. [21]

[12] IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers

	Frecuencia de la red eléctrica Europea	Frecuencia de estaciones base de telefonía móvil		Frecuencia de los hornos de microondas	
Frecuencia	50 Hz	50 Hz	900 MHz	1,8 GHz	2,45 GHz
	Campo eléctrico (V/m)	Campo magnético (μT)	Densidad de potencia (W/m^2)	Densidad de potencia (W/m^2)	Densidad de potencia (W/m^2)
Límites de exposición para la población	5 000	100	4,5	9	10
Límites de exposición ocupacionales	10 000	500	22,5	45	-

Tabla 4. Límites de exposición máximos de campos eléctricos, magnéticos y densidad de potencia recomendados por la Organización Mundial de la Salud usados en Europa **[22]**

4.6. Principio del calentamiento por inducción

El principio básico para el calentamiento por inducción electromagnética se puede modelar mediante el uso de las leyes Faraday y Ampere y la aplicación del efecto joule [23]

Para aumentar la temperatura de un material conductor, se necesita generar un campo magnético variable en el tiempo y de amplitud considerable, una vez establecido esto se requiere someter a la pieza que se trata de calentar a la influencia del campo magnético, para aprovechar el efecto de disipación de potencia producido por las corrientes inducidas o también llamadas corrientes Foucault.

Cuando circula una corriente i, por un elemento inductor de N espiras y longitud l, se induce en su interior una intensidad de campo magnetico H descrita por la ecuación 4

$$Ni = \oint \vec{H}\,\vec{dl} \cong Hl \qquad (4)$$

Para la generación del campo magnético se utiliza un solenoide[13], si en el interior existe una pieza de material conductor, (para simplificación se asume cilíndrica de radio r,

[13] Solenoide: bobina formada por un alambre enrollado en espiral sobre un armazón cilíndrico, empleado en aparatos eléctricos, el cual crea un campo magnético.

longitud l, resistividad ρ y permeabilidad magnética μ) en esta se induce una fuerza electromotriz (Fem) que se modela mediante la ecuación 5

$$fem = -N\frac{d\phi}{dt} \tag{5}$$

Donde ϕ es el flujo magnético que lo atraviesa. La Fem produce corrientes i_F llamadas corrientes de Foucault que son las responsables del aumento de la temperatura de la pieza, debido a que existe una disipación de potencia, la cual desde luego, puede en algunos casos alcanzar los niveles adecuados para lograr la fundición del material.

El efecto Joule cuantifica la potencia disipada y está formada por el producto de la magnitud al cuadrado de las corrientes inducidas y la resistencia equivalente vista desde los terminales del solenoide, lo cual se puede identificar en la ecuación 6

$$P = {i_F}^2\, R_{eq} \tag{6}$$

4.7. Plan Maestro de Electrificación

La progresiva necesidad de un servicio confiable y de calidad con eficiencia energética, implica la obligación de implementar los recientes avances tecnológicos en generación renovable a pequeña y mediana escala, orientación al uso de sistemas para la transmisión flexible de corriente alterna, sistemas modernos de protección, medición, automatización de las redes eléctricas de distribución y subtransmisión; todo con la finalidad de contribuir al incremento de la confiabilidad y seguridad del sistema eléctrico en su conjunto, cooperando al desarrollo sostenible del país. [24]

El Plan Maestro de Electrificación 2013-2022, confirmó los compromisos de los actores del sector eléctrico del país en torno a las políticas públicas, a objetivos comunes enfocados en la mejora de los indicadores de gestión y, para garantizar que la provisión de electricidad responda a los principios consagrados en la Constitución de la República

en cuanto a obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. [24]

Atención particular merece la expansión de los sistemas eléctricos de distribución que deben considerar los cambios que requiere el sistema por efectos de la migración de consumos de Gas Licuado de Petróleo y derivados de petróleo hacia la electricidad, lo cual se enmarca en el cambio de la matriz energética desde el lado del consumo. [24]

La necesidad de contar con una matriz nacional de energía resultaba imperativa, como parte de un proceso global del planeamiento estratégico para el País, lo cual involucra a la sociedad y al Estado. Con este antecedente, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable desarrolló la matriz energética lo cual sirvió para la definición de políticas energéticas y para desarrollar una planificación que incluyó las siguientes acciones:

- Diversificar la matriz energética mediante la incorporación de energías limpias y renovables como la eólica, biomasa, solar, geotérmica y pequeñas centrales hidroeléctricas.
- Trabajar en marcos jurídicos para incentivar el uso de biocombustibles, biogás y energía fotovoltaica.
- Promover el uso racional de la energía e introducir como política de Estado el concepto de eficiencia energética.
- Creación de una ley de fomento a las energías renovables y uso eficiente de la energía.
- Programa de focos ahorradores, cocinas de inducción, aires acondicionados y refrigeradores eficientes, entre otros. [24]

El uso adecuado de los recursos energéticos permite la producción de toda la energía eléctrica necesaria para el Ecuador de manera sustentable, brindando la seguridad energética, fomentando la producción, la inversión y la economía

El Ministerio de Electricidad y Energías Renovables en los años 2009 a 2011, firmó varios convenios para realizar la evaluación del comportamiento de la red de distribución eléctrica antes y después de la incorporación de cocinas de inducción y definir los presupuestos de inversiones para su implementación. Dado que la migración del consumo de Gas Licuado de Petróleo, a electricidad, como fuente energética principal para la

cocción de alimentos, sería uno de los cambios relevantes en la Matriz Energética del país. [24]

La migración hacia la cocción con energía eléctrica y en general el cambio de la matriz energética del país, se sustentan en un abastecimiento basado principalmente en fuentes renovables de generación. De ahí que, actualmente se ejecutan proyectos con aproximadamente 2.900 MW de oferta hidroeléctrica, entre los principales: Paute - Sopladora, Toachi - Pilaton, Manduriacu, Delsitanisagua, Quijos, Minas - San Francisco y Coca Codo Sinclair; y, alrededor de 300 MW en proyectos fotovoltaicos. Según la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, ARCH, en el 2011, el consumo de GLP del sector doméstico fue de 929.505 toneladas. Se asume que el 80%, 743.604 toneladas de GLP se destina para la cocción de alimentos. [24]

En noviembre de 2018 el ministro de Energía y Recursos Naturales, Carlos Pérez, lo anunció que el proyecto de las cocinas de inducción en manos del Gobierno ya no va, así el ministro reveló que el programa no tuvo la demanda esperada, y que hay un stock de cocinas de este tipo que están embodegadas, y que podrían utilizarse para el plan "Casa para todos", plan que impulsa el Gobierno Nacional actualmente.

4.8. Cocina de inducción

Figura 5. Vista superior de Cocina de inducción. **[25]**

La cocina de inducción es una placa de vitrocerámica formada principalmente por una bobina de cobre, en forma espiral y se encuentra debajo de cada zona de cocción y por medio de esta bobina pasa la energía y permite que la olla, sartén o cacerola de material férreo se caliente debido a que esta está muy próxima a la bobina.

Fuera de la olla nada es afectado por el campo, en cuanto la olla se retire de la superficie de inducción el sistema se apaga deteniendo consecuentemente la generación de calor.

En una cocina de inducción típica el campo electromagnético es generado por una fuente de alimentación de 220 voltios a 60 Hz y consume de 20 a 30 amperios. En la circuitería interna el voltaje AC de la fuente de alimentación es convertida a DC y posteriormente a AC pero con una frecuencia que suele estar entre los 20 kHz y 75 kHz. El voltaje de alta frecuencia es aplicado a un circuito tanque que consiste en un capacitor e inductor conectados en paralelo y es este voltaje el que producirá una corriente de alta frecuencia en el inductor y por consiguiente el campo electromagnético. [26]

4.8.1. Estructura externa

La estructura externa de la cocina de inducción depende exclusivamente de la marca y del modelo que se tenga, para este caso se tomará en cuenta la marca Haier, modelo HCI-402 que es una de las marcas que se comercializa por parte de la Empresa Eléctrica Regional del Sur (EERSSA).

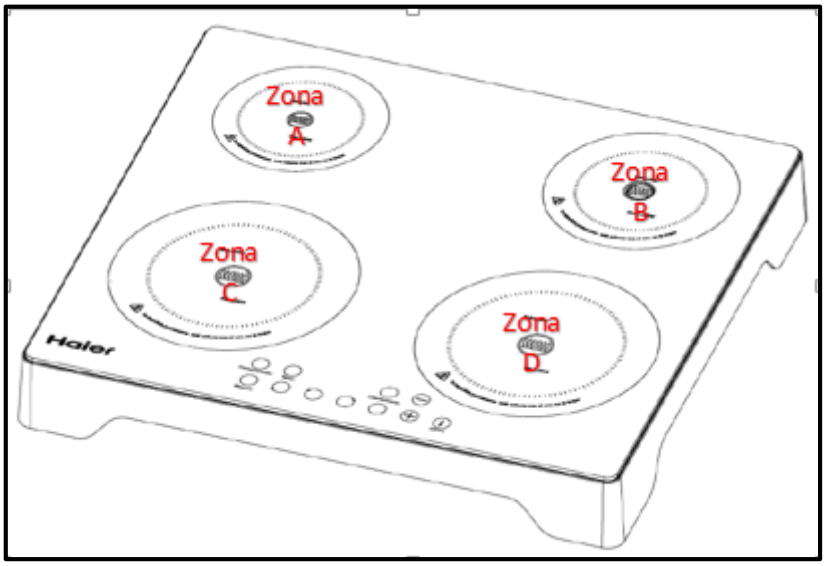

Figura 6. Estructura externa de la cocina de inducción marca Haier **[27]**

4.8.1.1. Panel de control táctil

Los controles de la cocina de inducción responden al tacto, no necesita aplicar presión, solo el uso de la yema de los dedos, no la punta.

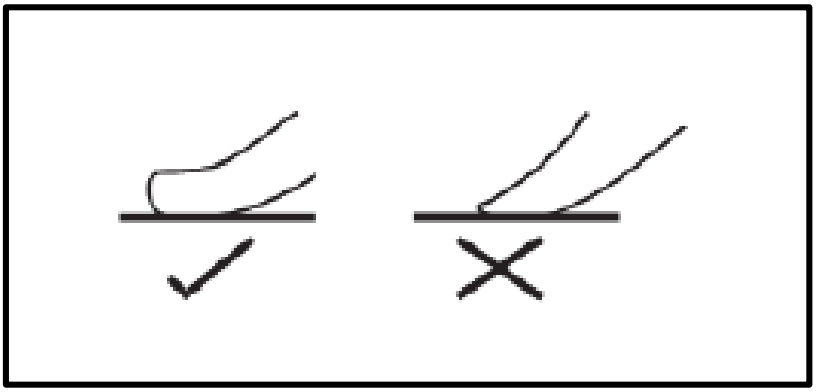

Figura 7. Formas de uso de la cocina de inducción. **[27]**

Así mismo debe asegurarse de que la zona de control este siempre limpia y seca y no exista algún objeto (utensilio o un paño) sobre la misma.

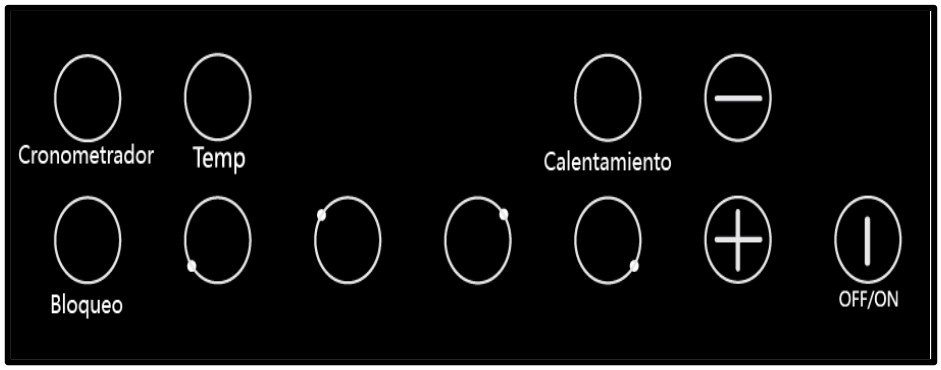

Figura 8. Panel de control táctil **[27]**

4.8.2. Niveles de potencia y parámetros técnicos

El control de la cocina de inducción es realizado por un microprocesador, el cual maneja el nivel de potencia según el requerimiento del usuario.

Modelo	**Potencia Máxima Instantánea 4000 W**				**Voltaje**	**Frecuencia**	**Rango de potencia (niveles 1-9)**
HCI-402	**ZONAS DE COCCIÓN**				**220 V**	**60 Hz**	**100W - 2000 W**
	A	**B**	**C**	**D**			
	2000 W	**1000 W**	**1500 W**	**1800 W**			

Tabla 5. Parámetros Técnicos Cocina de Inducción. **[27]**

Cada una de las cocinas están programadas para limitar el nivel de potencia máxima, en este caso es de 4000 W, a pesar de que la suma de las potencias individuales sea mayor.

	NIVELES DE POTENCIA (Watts)								
	BAJO			**MEDIO**			**ALTO**		
ZONAS	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
A	100	500	1000	1200	1400	1600	1800	1900	2000
B	100	300	400	500	600	700	800	900	1000
C	100	300	500	600	800	1000	1100	1300	1500
D	100	300	500	800	1000	1200	1400	1600	1800

Tabla 6. Niveles de Potencia por Zona. **[27]**

4.8.3. Principio de funcionamiento de la cocina de inducción Haier, modelo HCI-402

Como ya se pudo evidenciar en una sección anterior de la investigación, el calentamiento por inducción es parte del fenómeno de circulación de corriente de alta frecuencia por una inductancia delegada de generar un campo magnético. Si la corriente es variable en el tiempo, el campo magnético generado será variable e inducirá un voltaje sobre un material conductor en el cual se inducirán unas corrientes llamadas corrientes parasitas o de Foucault, que se disiparan como calor por efecto Joule, la potencia disipada por efecto Joule depende de la frecuencia y del material.

Los sistemas de calentamiento por inducción se fundamentan en el hecho de que determinados materiales al ser sometidos a campos electromagnéticos, absorben parte de la energía transformándola en calor.

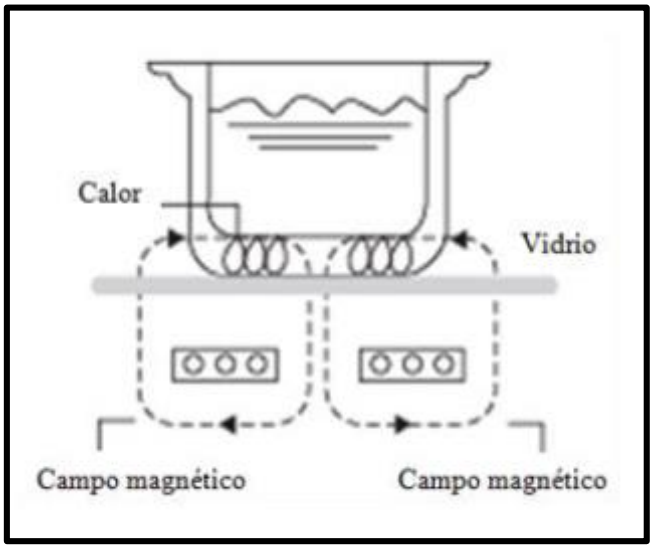

Figura 9. Calentamiento por Inducción. **[27]**

4.8.4. Ventajas de las cocinas de inducción.

- Tiene una mayor eficiencia en la transferencia de calor, lo cual hace que se cocine más rápido.
- Debido a su temporizador individual se puede controlar cada zona de cocción por separado.

- Detección automática del recipiente debido a su sistema electrónico, evitando consumos energéticos innecesarios y adaptándose al tamaño del mismo.

4.9. Medidores de Radiación.

4.9.1. Medidor de radiación electromagnética PCE-EM 30

Figura 10. Medidor PCE-EM 30 **[28]**

El medidor de radiación de campo electromagnético dispone de dos sondas triaxiales globulares para detectar la radiación electromagnética. Cualquier cuerpo que tenga una temperatura superior al cero absoluto, es decir -273 ºC o 0 ºK, despide energía en forma de radiación electromagnética

4.9.1.1. Características del medidor PCE-EM 30

- Pantalla LCD
- Mide magnitudes en V/m , W/m^2, mW/cm^2
- Puerto RS- 232
- Sonda Triaxial
- 100 kHz a 3 GHz
- 1203.83 Euros sin valor de envió

4.9.2. Analizador de espectros Spectran NF-3020

Figura 11. Analizador de espectros NF-3020 **[29]**

4.9.2.1.Datos técnicos del analizador de espectros Spectran NF-3020

- Rango de frecuencias: de 10Hz hasta 400kHz
- Rango de medición típ. campo E: de 1V/m hasta 5.000 V/m
- Rango de medición típ. campo H: de 1pT hasta 100µT
- Entrada analógica: de 2µV hasta 200mV (típ.)
- Exactitud típica: 5%
- Entrada de señal SMA externa
- Grabador de datos interno
- Actualización del software vía internet
- Identificación de señales en texto plano
- Visualización triple y multifuncional
- Conmutador giratorio multifuncional (manejable con una sola mano)
- Interfaz USB 2.0
- Procesador digital de señales (DSP) de alto rendimiento
- Sensor ISOTRÓPICO (3D) para campos magnéticos
- Visualización de la frecuencia y de la intensidad del señal
- Pantalla de alta resolución y multifuncional
- Cálculo de valores límite según DIN/VDE 0848
- Visualización de espectros FFT
- Función Peak Hold

4.9.3. Medidor de radiación VX0100

Figura 12. Medidor VX0100 **[30]**

Los medidores de radiación VX0100 indican rápidamente el nivel de campo eléctrico, son ideales para viviendas, han sido diseñados tanto para uso profesional como particular. [30]

En nuestro día a día, encontramos muchas fuentes de contaminación procedente de campos eléctricos tanto en la distribución de energía eléctrica en viviendas, oficinas, en ordenadores, impresoras, fax; así como, en iluminación, líneas de alta tensión, transformadores, vías ferroviarias, etc.

4.9.3.1. Características del medidor de radiación VX0100

- Recomendaciones de la OMS / ICNIRP (Organización Mundial de la Salud) Guía para el establecimiento de límites de exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos – publicación: n° 182 – 1er trimestre de 2001
- IEEE C95.6-2002 (Norma Internacional – Público en General 0 – 3 kHz) Niveles de seguridad relativos a la exposición del individuo a los campos electromagnéticos 0 – 3 kHz publicación de octubre del 2006.
- Directiva Europea 1999/519/CE (Público en general 0 – 100 kHz y superior). Aparatos electrodomésticos y análogos – campos electromagnéticos. Métodos de evaluación y de medición – publicación : julio de 2004, octubre de 2006

- Directiva Europea 2004/40/CE (Trabajadores, 0-100 kHz y superior). Recomendaciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de trabajadores con riesgos derivados de agentes físicos (campos electromagnéticos) – publicación: abril de 2004
- Proyecto de Norma 2010, EN IEC 62493 (Sistemas de iluminación) Evaluación de un equipamiento de iluminación con respecto a la exposición humana a los campos electromagnéticos – publicación (próximamente)
- Norma EN50366, posteriormente la IEC 62233 en 2012 (Aparatos electrodomésticos). Métodos de medición de los campos electromagnéticos de los aparatos electrodomésticos y similares en relación con la exposición humana – publicación: enero 2007
- Ventajas de los equipos:
  - Portátiles y autónomos (duración de batería de 60 a 80 horas)
  - Señal acústica para la identificación inmediata de los niveles del campo

4.9.3.2. Display y zumbador del medidor VX0100

- Pantalla LCD de 2000 cuentas con retroiluminación
- Display directo en Voltio/m (compatible con normas)
- Zumbador proporcional al nivel del campo E
- Indicación del rango de frecuencia de medida
- Indicadores de “batería baja” y “Hold“

4.9.3.3. Funciones

- Encendido/Apagado (con autoapagado al cabo de 30 min.)
- Función de visualización HOLD
- Encendido/Apagado del zumbador
- Selección automática de rango de medida
- Selección del filtro 3 kHz (<, >, toda la banda)

4.9.3.4. Antena y referencia

- Antena “campo” extraíble de 62mm. de diámetro
- Referencia de medida del campo “Individuo”

- Referencia de medida del campo “Tierra”
- Pequeña pértiga (opcional)

4.9.3.5. Medidas

- Intensidad del campo eléctrico “RMS” en V/m
- 2 rangos de sensibilidad (Compatible con normas)
  - 1,0 a 200,0 V/m
  - 100 a 2000 V/m
- Precisión de medida (en condición « laboratorio ») ± 3% ± 5 D en 50/60 Hz
- Análisis de la distribución eléctrica
  - 10 Hz a 3 KHz
- Análisis de los equipos conectados a la red
  - 10 Hz a 3 kHz (Filtro bajo 3 kHz)
  - 3 kHz a 100 kHz (Filtro bajo 3 kHz)
  - 10 Hz a 100 kHz (sin filtro 3 kHz)

4.9.3.6. Características generales

- Alimentación: 1 pila 9 V (incluida)
- Dispositivo de auto-apagado (30 mín.)
- Seguridad – Dispositivo de protección: terminales antena y tierra de tipo invertido (M/H)
- Contacto de referencia protegido
- Características mecánicas
- Carcasa estanca IP65
  - Dimensiones 63,6 x 163 x 40 mm
  - Peso 200 g aprox. con pila

4.10. COMSOL

El Grupo COMSOL proporciona soluciones de software para el modelado multifísico, es empresa de software de ingeniería de alta tecnología de rápido crecimiento con un historial comprobado y una visión como líder de la industria. La empresa fue fundada en julio de 1986 en Estocolmo, Suecia, con oficinas en Brasil, China, Dinamarca, Finlandia,

Francia, Alemania, India, Italia, Países Bajos, Noruega, Rusia, Suiza, el Reino Unido y los Estados Unidos.

La línea de productos incluye un conjunto de módulos complementarios específicos de disciplina para Mecánica Estructural, Electromagnéticos de Alta y Baja Frecuencia, Flujo de Fluidos, Transferencia de Calor, Reacciones Químicas, MEMS, Acústica.

4.10.1. COMSOL Multiphysics 5.4

La versión 5.4 de COMSOL Multiphysics presenta herramientas de modelado, importantes mejoras de rendimiento, un Módulo de Materiales Compuestos y COMSOL Compiler para crear aplicaciones de simulación independientes. Usando COMSOL Compiler las aplicaciones creadas pueden compilarse y distribuirse como archivos ejecutables para que cualquiera pueda usarlas sin restricciones de archivos de licencia. [31]

4.10.1.1. Características destacadas de COMSOL Mutiphysics.

Funcionalidad Core

- Nuevo producto: COMSOL Compiler
- Más de un nodo de parámetro en el generador de modelos
- Group Model Builder nodos en carpetas
- Coloración de modelos basados en selecciones.
- Más rápido tiempo de solución en el sistema operativo de Windows

Electromagnéticos

- Partes totalmente paramétricas y listas para usar para bobinas y núcleos magnéticos
- Corrientes eléctricas y calentamiento de julios en estructuras delgadas y estratificadas.
- Más de 40 nuevos materiales de sustrato para circuitos impresos de RF, microondas y ondas milimétricas
- Nuevas condiciones de contorno para capas metálicas delgadas y recubrimientos antirreflectantes.

- Interfaz de ecuación de Schrödinger-Poisson para simulaciones de semiconductores
- Biblioteca de piezas nueva y actualizada para óptica de rayos
- Un análisis de parada más potente
- Modelos de dispersión óptica para óptica de rayos.

Mecánica estructural y acústica

- Nuevo producto: Módulo de Materiales Compuestos
- Análisis de espectro de respuesta de choque.
- Activación de material para la fabricación de aditivos.
- Modelización de microestructuras basadas en celdas unitarias.
- Carcasas asimétricas
- Conectores blandos
- FSI para carcasas, membranas, ensamblajes estructurales y dinámica multicuerpo
- Mullins efecto para el caucho
- Modelos de daños para materiales frágiles como el hormigón.
- Puertos acústicos
- Cálculos no lineales de Westervelt acústicos.

Flujo de fluidos y transferencia de calor

- Simulación de grandes remolinos (LES)
- FSI para flujo multifase
- Nuevos modelos de transporte de fase para el flujo de medios libres y porosos.
- Flujo multifásico en medios porosos.
- Formulaciones actualizadas de Euler-Euler, Level-Set y Mixture Model
- Nuevos modelos de fluidos no newtonianos.
- Radiación de calor con reflejos difusos especulares y superficies semitransparentes.
- Radiación de superficie a superficie con un número arbitrario de bandas espectrales
- Ecuación de difusión de la luz.
- Transferencia de calor en estructuras delgadas y estratificadas.

Químico

- Interfaz de termodinámica actualizada
- Reacciones de equilibrio en la difusión de Maxwell-Stefan.
- El acoplamiento multifísico Reacting Flow ya está disponible para la interfaz de transporte de especies diluidas
- Modelos bombeados para baterías.
- Condiciones de contorno para membranas, tales como para electrodiálisis [31]

4.11. Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN)

El Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, fue creado el 28 de agosto de 1970, mediante Decreto Supremo No. 357 publicado en el Registro Oficial No. 54 del 7 de septiembre de 1970 y desde su inicio ha venido actuando como la entidad nacional encargada de formular las Normas Técnicas Ecuatorianas teniendo como concepto básico satisfacer las necesidades locales y facilitar el comercio nacional e internacional.

Según el artículo 15 de la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad el cual dice: El Servicio Ecuatoriano de Normalización - INEN tendrá las siguientes funciones:

- Cumplir las funciones de organismo técnico nacional competente, en materia de reglamentación, normalización y metrología, establecidos en las leyes de la República y en tratados, acuerdos y convenios internacionales.
- Formular, en sus áreas de competencia, luego de los análisis técnicos respectivos, las propuestas de normas, reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad, los planes de trabajo, así como las propuestas de las normas y procedimientos metrológicos.
- Promover programas orientados al mejoramiento de la calidad y apoyar, de considerarlo necesario, las actividades de promoción ejecutadas por terceros.
- Preparar el Plan Nacional de Normalización que apoye la elaboración de reglamentos técnicos para productos.
- Organizar y dirigir las redes o subsistemas nacionales en materia de normalización, reglamentación técnica y de metrología.
- Prestar servicios técnicos en las áreas de su competencia.

- Previa acreditación, certificación y/o designación, actuar como organismo de evaluación de la conformidad competente a nivel nacional.
- Homologar, adaptar o adoptar normas internacionales.
- El INEN coordinará sus acciones con instituciones públicas y privadas dentro del ámbito de su competencia; y las demás establecidas en la ley y su reglamento. [32]

4.11.1. Norma técnica INEN 2555 Seguridad en Cocinas de Inducción. Requisitos

Esta norma establece los requisitos de seguridad para las cocinas de inducción y se aplica para todas las cocinas de inducción de uso doméstico, de tensión nominal no superior a 250 V, que se comercializan en el Ecuador [33]

Esta norma no aplica a cocinas mixtas, a gas, eléctricas y de inducción de frecuencia de línea de uso doméstico.

Para el uso de cocinas de inducción se debe garantizar varias condiciones, entre ellas tenemos:

- Las cocinas de inducción deben diseñarse de manera tal que al ser utilizados normalmente funcionen con seguridad, de forma que no presente peligro para las personas o al entorno, incluso en el caso de uso negligente que puede ocurrir durante el funcionamiento normal.
- La cocina deberá ser instalado por personal calificado.
- La cocina de inducción debe incluir un cable de alimentación. Si la conexión va a funcionar en el rango de operación de 120 V se debe incluir un enchufe Tipo A o Tipo B. Si la carcasa es de material metálico el enchufe necesariamente debe ser de tipo B
- La potencia absorbida a la temperatura de funcionamiento normal no debe diferir de la potencia nominal más de 15 % o 60 W, según el valor más elevado.
- Las cocinas de inducción y su entorno no deben alcanzar temperaturas excesivas en su uso normal, el cual se puede ver detallado en la Tabla 1 de la norma 2555 [33].

- Las cocinas de inducción se deben hacer funcional a la potencia nominal máxima de cada una de las zonas de cocción en condiciones de funcionamiento normal durante 30 minutos.
- Las cocinas de inducción deben estar construidas de forma que los riesgos de incendio, de deterioro mecánico que afecte a la seguridad o a la protección contra los choques eléctricos debidos a un funcionamiento anormal o negligente, sean evitados en tanto que sea posible. [33]

4.12. Desviación Estándar

4.12.1. Definición

Desviación estándar o desviación típica está representada por la letra griega sigma σ y cuya definición es la raíz cuadrada de la varianza, es decir la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de las puntuaciones de desviación.

Desviación estándar en un conjunto de datos, es una medida de dispersión que nos indica cuanto pueden alejarse los valores respecto al promedio, por lo tanto es útil para saber cuánto puede moverse un rango de precios de determinado valor.

4.12.2. Fórmula para obtener la desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1-)^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \cdots + (X_n - \bar{X})^2}{N}} \qquad (7)$$

En donde

$X_{1,2,3....n} =$ Datos

$\bar{X} =$ Valor promedio de los datos

$N =$ Número total de datos

5. Materiales y métodos

5.1. Materiales

La presente investigación fue llevada a cabo en su mayoría utilizando los materiales que se citan a continuación

- Computador Portátil.
- Recursos Bibliográficos (Estudios previos).
- Medidor de Radiación VX0100
- Multímetro.

5.2. Métodos

En cuanto a los métodos, en el trabajo previo a la realización del presente diseño se ha hecho énfasis en cuatro instancias:

- Método Investigativo
- Método de observación
- Método cuantitativo
- Método Deductivo

5.2.1. Diagnóstico de la información referente

Se hizo uso del método investigativo para la búsqueda de información bibliográfica de artículos científicos y fuentes referentes al tema de investigación. Con ayuda de Google Schollar se indagó todo tipo de investigación y documentación científica referente al tema en español e inglés para obtener fuentes de información en formato web, con lo cual se pudo encontrar estudios previos los cuales ayudaron a encaminar la presente investigación.

Luego de obtener la información se selección contenidos de calidad de y mayor relevancia para el desarrollo de este proyecto de titulación. Así como los artículos más actuales, cabe recalcar que se rechazó contenidos web de origen desconocido.

5.2.2. Instrumentos de medición de campo eléctrico y magnético.

A través de la búsqueda bibliográfica se analizó la disponibilidad de equipos e instrumentos de medición de campo electromagnético, en páginas como PCE instruments y otras fuentes, los cuales se pueden evidenciar en la tabla 7

NOMBRE DEL DISPOSITIVO	**Medidor de radiación VX0100**	**Medidor de radiación electromagnética PCE-EM 30**	**Analizador de espectros Spectran NF-3020**
IMAGEN DEL DISPOSITIVO			
RANGO DE FRECUENCIAS DE OPERACIÓN	10 Hz a 3 kHz 3 kHz a 100 kHz 10 Hz a 100 kHz	100 kHz a 3 GHz	10Hz hasta 400kHz
NIVEL DE PRECISIÓN	3%	2dB	5%
MEDIDAS	Intensidad de Campo eléctrico (V/m)	Intensidad de Campo eléctrico (V/m) Densidad de potencia (W / m^2)	Intensidad de Campo eléctrico (V/m)
PRECIO	452 dólares americanos incluido costo de envío	1203.83 dólares americanos, mas costo de envío	1558 dólares americanos, más costo de envío

Tabla 7. Dispositivos de medición de campo eléctrico y magnético a elegir para la presente investigación

El dispositivo elegido para la presente investigación es el medidor de radiación de VX0100, debido a que dicho equipo cumple con las diversas normativas, reglamentaciones internacionales y nacionales para equipos de medición, trabaja dentro

de los rangos en que las cocinas de inducción trabajan los cuales son entre 20 kHz y 75 kHz además el precio de compra del equipo está dentro del presupuesto de investigación.

5.2.3. Normativa adoptada para la investigación

La muestra fue aleatoria y seleccionada a criterio del investigador tomando en cuenta que las fuentes de radiación presentes los hogares de la provincia de Loja y de Zamora Chinchipe

A través del método investigativo se pudo conocer cuál es la normativa vigente en el Ecuador cuyo nombres es UIT-T K.52, la cual se basa en los límites de seguridad proporcionados por la ICNIRP y brinda las directrices para limitar la exposición a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables hasta 300 GHz,

Las dos normativas en cual nos basaremos para hacer una comparativa de los niveles obtenidos en los campos eléctricos obtenidos con los límites permitidos son la norma técnica UIT-T K52 y la recomendación de ICNIRP "DIRECTRICES PARA LIMITAR LA EXPOSICIÓN A CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS VARIABLES EN TIEMPO (hasta 300 GHz)".

Los límites máximos permisibles de campo eléctrico en las dos normativas son las siguientes:

	CAMPO ELÉCTRICO (V/m)	
	POBLACIONAL	OCUPACIONAL
NORMATIVA INTERNACIONAL ICNIRP	87	610
NORMATIVA ECUATORIANA UIT-T K.52	87	610

Tabla 8. Límites máximos permisibles de campo eléctrico en normativas que se aplican en Ecuador

Para nuestra investigación nos basaremos en limites poblacionales que son de 87 V/m ya que como dice la normativa los limites se aplican en situaciones en la cual el público en general puede estar expuesto a radiaciones, en el caso en que las personas estén siendo

expuestas como consecuencia de su trabajo y no pueden ser informados de la potencia de exposición o no pueden tomar control sobre su propia exposición.

5.2.4. Selección de la muestra

La muestra para la presente investigación fue aleatoria y seleccionada a criterio del investigador. Las cocinas de inducción utilizadas para tomar las medidas de radiación se basaron en las diversas marcas que se comercializan por parte de la EERSSA, y están distribuidas en diferentes puntos de la Provincia de Loja y Zamora Chinchipe.

El listado de las personas pertenecientes a cada una de estas cocinas fue dada por parte del Ing. Iván Alejandro Alvares Borrero miembro del Programa de Eficiencia Energética (PEC) perteneciente a la EERSSA, con lo cual pudimos evidenciar que la cocina de mayor demanda por parte de esta empresa es la cocina de marca HAIER, por lo cual la tomamos como referencia para nuestra investigación.

Cabe recalcar que las cocinas comercializadas por la EERSSA cuentan con una potencia nominal y algunos requerimientos iguales como el número de zonas, niveles de potencia, voltaje de entrada, lo cual se puede evidenciar en la tabla.

Marca del Dispositivo	**Mi idea**	**Haier**	**Mi idea**
Modelo	24 ITE4	HCI-402	MC-IF 4016B2S-A
Niveles de Potencia	1 al 9	1 al 9	1 al 9
Potencia máxima por Zona (W)	Zona A: 1500 Zona B: 2000 Zona C: 1500 Zona D: 2000	Zona A: 2000 Zona B: 1000 Zona C: 1500 Zona D: 1800	Zona A: 1500 Zona B: 2300 Zona C: 1500 Zona D: 2300

Potencia Nominal (W)	4000	4000	4000
Voltaje de Entrada (V)	220	220	220

Tabla 9. Características de cocinas de inducción vendidas por EERSSA

Cada una de las cocinas están programadas para limitar el nivel de potencia máxima, en este caso es de 4000 W, a pesar de que la suma de las potencias individuales sea mayor

5.2.5. Instrumento de recolección de datos

Se elaboró una hoja Excel para posteriormente ser impresa y llevada a campo, el cual nos sirvió como instrumento para recoger datos informativos de a quien pertenecía cada una de las cocinas de inducción, marca, modelo, fecha de toma de muestras, así como nivel de campo eléctrico encontrado en cada una de ellas.

5.2.6. Recolección de datos

El método de observación, hace referencia al trabajo de campo para las mediciones que son necesarias en la obtención de datos requeridos para la presente investigación.

A través del equipo que da lectura del campo eléctrico se tomó las medidas a dos distancias de interés, 5 cm de la parte inferior y 15 cm de la parte superior de la cocina de inducción y se fue tomando apuntes en la hoja de recolección de datos.

Se pudo evidenciar que los niveles de campo eléctrico disminuían conforme aumentaba la distancia de la cocina de inducción.

5.2.7. Análisis de datos obtenidos

Valiéndonos del método cuantitativo se procede a la tabulación de los valores para poder evidenciar cuales son los valores promedios de campo eléctrico que las cocinas de inducción emiten. Se determinó que los datos en su mayoría tuvieron homogeneidad entre las 12 repeticiones que se obtenía y que el área que presento mayor niveles de radiación fue en la parte superior de la cocina de inducción.

5.2.8. Elaboración de recomendaciones

El método deductivo establece las acciones adecuadas frente al uso de las cocinas de inducción, lo que servirá como referente para la salud humana.

6. Resultados

6.1. Obtención de base de datos.

El número de cocinas de inducción utilizadas para tomar las medidas de radiación fueron 60, las cuales eran de diversas marcas y se comercializan por parte de la EERSSA, y estuvieron distribuidas en diferentes puntos de la Ciudad y Provincia de Loja.

El listado de las personas pertenecientes a cada una de estas cocinas fue dada por parte del Ing. Iván Alejandro Alvares Borrero miembro del Programa de Eficiencia Energética (PEC) perteneciente a la EERSSA.

Para esto se ha tomado algunas muestras de la matriz entregada por la EERSSA, debido a su gran tamaño no permite mostrarla de forma completa; pero que se puede visualizar en el archivo (.xls) anexado al presente trabajo

FECHA DE VENTA	CUEN	NOMBRE	**LUGAR**	**TELÉFONOS**	**DIRECCIÓN**
23/11/2015	1800167098	CASTILLO ROMERO JOSE MIGUEL	LOJA	072107248 0984025369	AV.DE LOS PALTAS Y PARAGUAY
23/11/2015	1803216447	TOLEDO CALVA SILVIA MARGOTH	LOJA	072112421 0985571259	LA CONDAMINE V-3 Y AV. ELOY ALFARO
02/12/2015	1801665611	PUGA ABRIGO SEGUNDO AGUSTIN	LOJA	073105712 0980987897	LOTE BONITO C-22
03/12/2015	1803310554	GONZALEZ POMA MANUEL ASUNCION	LOJA	0959180480 LUIS GABRIEL	SARRIO LOS OPERADORES / CORNELIO SAABEDRA Y AV. BENJAMIN CARRION / UNICA CASA DE 3 PISOS DE COLOR BLANCO / JUNTO A CANCHAS DE BOLY
04/12/2015	1801478270	ALVAREZ CASTILLO LUIS ANTONIO	LOJA	072326146 0990177028	NELA MARTINEZ Y DOLORES CACUANGO
04/12/2015	1801444926	BERMEO CUENCA LUIS ARTURO	LOJA	072326004 0988820290	JAIME HURTADO 53-62 Y TRANSITO AMAGUAÑA
09/12/2015	1803319555	ANGAMARCA PUCHAICELA RICHARD JOSE	LOJA	072616461 0996577460	ARCENIO ASTUDILLO 26-6 Y AGUSTIN AGUIRRE RUIZ
09/12/2015	1803075918	GONZALEZ ABAD JORGE RAFAEL	LOJA	072615920 0994071079	AV. SALVADOR BUSTAMANTE CELI Y HOMERO IDROVO

09/12/2015	1800149070	ARMIJOS GONZALEZ GERMAN BOLIVAR	LOJA	072573118 0990381343	QUITUMBE 11-76 Y MERCADILLO
09/12/2015	1800354738	PUGLLA ESPINOZA FLOR NANCY	LOJA	072612161 0985037536	GAVIOTAS Y FAISANES
09/12/2015	1800380048	PUGLLA ESPINOZA YOLANDA OSMARITA	LOJA	072612307 0979531453	GAVIOTAS Y FAISANES
10/12/2015	1800145342	GORDILLO CORREA VICTOR MANUEL	LOJA	072584166 0988278775	EPLICACHIMA 05-107 Y MARIANO SAMANIEGO
10/12/2015	1801407790	GORDILLO CORREA VICTOR MANUEL	LOJA	072584166 0988278775	EPLICACHIMA 05-107 Y MARIANO SAMANIEGO
10/12/2015	1801267194	ALULIMA GONZALEZ ROSA CECILIA	LOJA	982904063	VALLE HERMOSO
10/12/2015	1800339283	QUEVEDO HUERTAS ANIBAL FABIAN	LOJA	072615264 0989654497	AV.SALVADOR BUSTAMANTE CELI Y FRANCISCO RODAS
11/12/2015	1800195370	HUERTAS VALENCIA MARIA TEODOMIRA	LOJA	072615268 0993384946	MARCOS OCHOA MUÑOZ Y ANA ICAZA
11/12/2015	1801568773	RIVAS MORA GERARDO VICENTE	LOJA	072326113 0993936115	ERNESTO GUEVARA Y DOLORES CACUANGO
14/12/2015	1800284695	LOAYZA LOAYZA CARLOS HUMBERTO	LOJA	072614068 0993733644	BABAHOYO 12-28 Y CHONE
14/12/2015	1800068395	QUEVEDO HUERTAS AGRIPINA EFIGENIA	LOJA	072102124 0993300311	ROMERILLOS 28-28 Y EUCALIPTOS V-21
15/12/2015	1800118265	RIVAS SALAZAR PATRICIA DE LOURDES	LOJA	0995225928 072572546	ESPAÑA 18-41 ENTRE CHILE Y BOLIVIA
15/12/2015	1800444034	CALDERON ESPARZA OLGA	LOJA	939783646	LIMONCILLO Y GUAGRAHUMA
16/12/2015	1800219014	BALCAZAR HUANCA VIDAL AURELIO	LOJA	072541052 0997965374	VAN GOHG 23-70 Y PABLO PICASSO
16/12/2015	1800382952	MACAS CEVALLOS LUIS ARTURO	LOJA	072610076 0982422191	ROMA 07-52 Y PARIS
16/12/2015	1803215944	GUAYLLAS LOZANO RAMIRO AURELIO	LOJA	0991841294	LOJA- LAS PALMERAS- CASA DE 1 PISO COLOR LADRILLO A 500 METROS DEL PARQUE
17/12/2015	1801618941	CASTILLO CARREÑO MARTHA OLIVIA	LOJA	072540360 0985792374	SAUCES NORTE / VICENTE VAN GOGH Y PABLO PICASSO
17/12/2015	1801294925	JIMENEZ MERCHAN SEBASTIAN	LOJA	072107749 0967932202	ESTADOS UNIDOS ENTRE SUECIA Y SURINAM
17/12/2015	1803236510	CASTILLO CARREÑO MARTHA OLIVIA	LOJA	072540360 0985792374	SAUCES NORTE / VICENTE VAN GOGH Y PABLO PICASSO
17/12/2015	1803320447	JIMENEZ MERCHAN SEBASTIAN	LOJA	072107749 0993028515	ESTADOS UNIDOS ENTRE SUECIA Y SURINAM
17/12/2015	1800184655	ALVAREZ GALVEZ LUZ ESTHER	LOJA	072545040 0985045504	SLDO.RAFAEL PULLAGUARY 02-36 Y CBO. ALFREDO ANGULO
17/12/2015	1800450981	GUAYA YAURI ROSA MATILDE	LOJA	997500523	DUBLIN Y MARCELLA

17/12/2015	1803259611	SIMANCAS QUEZADA FREDY BENIGNO	LOJA	997366021	BARRIO EL PRADO/ SECTOR PALLANCHI / POR EL PROYECTO EHOLICO
17/12/2015	1801333749	MEDINA GUAILLAS MARIA ELVIRA	LOJA	073026215 0969824342	GUAGRAHUMA Y LIMONCILLO
17/12/2015	1801117779	OCHOA OCHOA AGENOR ELEODORO	ZAMORA	3036491	VIA A YACUAMBI- SAN ANTONIO
18/12/2015	1801117852	CARRION PIEDRA CARLOTA LUCIA	ZAMORA	2196000	GUADALUPE AV. ZAMORA
18/12/2015	1800437251	MORALES GONZALO	LOJA	2196000	DANIE ALVARES
18/12/2015	1801733468	POMA GUAMAN MARIA CARMELA	ZAMORA	3036813	GUADALUPE - SAN ANTONIO
18/12/2015	1801117738	OCHOA OCHOA CARMEN CECILIA	ZAMORA	3036519	VIA A YACUAMBI- SAN ANTONIO
18/12/2015	1801138254	TOCTO SANCHEZ DANIEL EFREN	ZAMORA	2196011	GUADALUPE - BARRIO 3 DE MAYO
18/12/2015	1803321718	CARRION GLORIA LUCIA	LOJA	072640418 0987393983	CENEPA Y ORILLAS DEL ZAMORA
18/12/2015	1801149756	MOROCHO MEDINA MARIA CARMEN	ZAMORA	0959701158	GUADALUPE VIA ZAMORA
18/12/2015	1801117787	MONTERO GODOY LUZ MARINA	ZAMORA	3036532	GUADALUPE- VIA YACUAMBI
18/12/2015	1801137603	LEON QUIROLA LIGIA VILMANIA	ZAMORA	3036394	GUADALUPE- VIA YACUAMBI
18/12/2015	1801733658	GONZALEZ JAPA MARIA DELFINA	ZAMORA	3036486	GUADALUPE- VIA YACUAMBI
18/12/2015	1801419282	PAQUI ZHINGRE ANGEL BENEDICTO	ZAMORA	3036808	GUADALUPE- VIA YACUAMBI
18/12/2015	1800365528	CABRERA CABRERA OLGA ADELAIDA	LOJA	072107127 0989006599	AV.DE LOS PALTAS Y ESTADOS UNIDOS
18/12/2015	1800128256	RIOS CRIOLLO OSCAR TORIVIO	LOJA	072546102 0992186327	LEONARDO DA VINCI 17-43 Y FLEMING
18/12/2015	1801419191	AGREDA PALADINES LORGIA MARIA	ZAMORA	3036424	GUADALUPE- VIA YACUAMBI
18/12/2015	1801144674	SANTOS ERRAEZ GONZALO BENJAMIN	ZAMORA	3036762	GUADALUPE AV. ZAMORA
18/12/2015	1801139989	GUAILLAS QUIZHPE ANGEL RODRIGO	ZAMORA	3036520	GUADALUPE- SAN ANTONIO
18/12/2015	1801117639	MACAS ELVIRA DEL CARMEN	ZAMORA	3036831	GUADALUPE- SAN ANTONIO
18/12/2015	1801129683	GUAILLAS QUIZHPE ANGEL RODRIGO	ZAMORA	3036520	GUADALUPE- SAN ANTONIO
18/12/2015	1801419233	POMA GUAMAN ANGEL POLIVIO	ZAMORA	3036520	GUADALUPE - SAN ANTONIO
19/12/2015	1801444660	MACAS GARCIA ALBERTO RODRIGO	LOJA	072326354 0984555905	JAIME HURTADO Y TIRADENTES

19/12/2015	1800439893	TORRES LIMA ELVIA ROSA	LOJA	072585256 0986164263	UNE, LOS PALTAS 2731 ENTRE ROSA A VALDIVIEZO Y VIC
19/12/2015	1803321650	TORRES LIMA ELVIA ROSA	LOJA	072585256 0986164263	UNE, LOS PALTAS 2731 ENTRE ROSA A VALDIVIEZO Y VIC
21/12/2015	1803299302	CANGO QUITO WILSON FELIPE	LOJA	964852424	CIUD. JULIO ORDOÑEZ / CALLE CONFUCIO LOTE 109 / FRENTE VIA DE INTEGRACION
21/12/2015	1800416644	TORRES REY LILIA MERCEDES	LOJA	2616315	CONSACOLA-URB.MASACHAMBA
21/12/2015	1803252202	TIWI KUJI LILIANA YAMANUA	ZAMORA	3036673 0999501890	GUADALUPE – NUMPAM
21/12/2015	1801426261	TSUKANKA TSUNKINUA CARMEN	ZAMORA	3036735	GUADAPUPE – NUMPAM
21/12/2015	1801426378	TIWI KUJI MAGALI ROCIO MASUK	ZAMORA	3036380	GUADALUPE – NUMPAM
21/12/2015	1801138627	ZAQUIMBO ZAMAREÑO ANGEL	ZAMORA	0969480151	GUADALUPE- KANTZAMA ALTO
21/12/2015	1801148097	RIVERA DAVILA JOSE MARIA	ZAMORA	3059227	GUADALUPE - EL CARMEN
21/12/2015	1803205002	SACA POMA JOSE MARIA	ZAMORA	3036620	GUADALUPE - KANTZAMA BAJO
21/12/2015	1803297645	ORDOÑEZ PATIÑO MIGUEL EDUARDO	ZAMORA	3059350	GUADALUPE - KANTZAMA BAJO
21/12/2015	1800326538	ALVERCA ALVERCA ROSA HERMINIA	LOJA	991972946	MANAOS 17-84 ENTRE JAEN Y MANUEL CARRION
21/12/2015	1801658624	POMA POMA MARIA CARMELA	ZAMORA	3036767 / 0993783051	GUADALUPE - SAN ANTONIO
21/12/2015	1800339614	ACARO MIZHQUERO VITALINA	LOJA	072652097 0981105143	TIERRAS COLORASAS/ STA NARCISA DE JESUS S/N Y STA CATALINA DE CIENA
22/12/2015	1800187708	MACAS CEVALLOS LUIS ARTURO	LOJA	072610076 0969130123	ROMA 07-52 Y PARIS
22/12/2015	1803298304	PACHO PEÑALOZA ANGEL PATRICIO	LOJA	0996811028	Barrio el plateado
22/12/2015	1800456293	SEGARRA REGALADO BERTA FELICIA	LOJA	072574808 0980291323	SUCRE Y MERCADILLO / EDIFICIO ACROPILIS DEPARTAMENTO 4
23/12/2015	1800246777	VERA ESPINOSA ADAN	LOJA	0982574098	JIMBILLA SANTA BARBARA

Tabla 10. Lista de propietarios de las cocinas de inducción en la ciudad de Loja y parte de Zamora.

FECHA DE VENTA	CUEN	NOMBRE	LUGAR	TELÉFONOS	DIRECCIÓN
29/01/2016	1803036159	POMA MACAS VICTOR MANUEL	SARAGURO	996147313	OÑACAPAC
11/02/2016	1800891119	MACAS PARRA SEGUNDO ERNAN	SARAGURO	939213976	QUISQUINCHIR
12/02/2016	1801794601	CUENCA CORREA MISELANIA MAGDALENA	MACARA	072696600/0982514294	HNO. MIGUEL 0 y DANIEL MORA
13/02/2016	1800761460	SOTO ROJAS ROSA VICTORIA	MACARA	073032967/0969860511	SABIANGO
15/02/2016	1800889634	ZHUNAULA PUCHAICELA JOSE FRANCISCO	SARAGURO	979414465	ILINCHO
19/02/2016	1800759241	LUZURIAGA CAMPOVERDE MIGUEL ENRRIQUE	MACARA	072696201 0969209158	PANAMERICANA
24/02/2016	1800752618	ARAUJO OVIEDO SANTOS GUILLERMO	MACARA	2694587/0985854673	RUMIÑAHUI 0 y PANAMERICANA
02/03/2016	1801595156	BUSTAMANTE TORRES HOLGER HERNAN	MACARA	072695995 0989462084	ESPINDOLA 50- 7 y GRAL. ELOY ALFARO
04/03/2016	1801774983	JIMENEZ CAMPOVERDE LUZ ARCELIA	MACARA	072695751 0982579313	CENEPA Y PEDRO VIDAL
04/03/2016	1800759233	CAMPOVERDE GRANDA MELVA ROSA	MACARA	2694201/0969209158	DEL EJERCITO Y MAYAYCU
14/03/2016	1801477900	MONCADA MONCADA ELIZANDRA ELVIRA	MACARA	994201191	CALLE DANIEL ARMIJOS
30/03/2016	1800754929	VIVANCO HIDALGO MERCEDES FIDELINA	MACARA	072694243 0990398537	ESPINDOLA 14- 6 y DIEGO NOBOA
31/03/2016	1800783233	RAMIREZ TORRES MARIA ANGELICA	MACARA	993472473	PEDRO VIDAL Y MAXIMO ARTURO ROMAN
31/03/2016	1803301454	RAMIREZ CASTILLO ANGELITA LEONOR	MACARA	073110315 0981696552	PEDRO VIDAL 0 y JUAN TAMAYO
31/03/2016	1800754895	MONTAÑO SEDAMANOS BERTHA ALEMANIA	MACARA	072696445 / 0997944022	DIEGO NOBOA 0 y ESPINDOLA
31/03/2016	1800746792	ROBLES OVIEDO IRMA	MACARA	988460518	FRANCISCO REYES MIRANDA 0 y AMAZONAS
01/04/2016	1803325552	LUDEÑA ARTIDORO	MACARA	072694558 0989014877	CELICA Y AMAZONAS

01/04/2016	1803325586	LUDEÑA ARTIDORO	MACARA	072694558 0989014877	CELICA Y AMAZONAS
04/04/2016	1801562073	SUQUILANDA ORTIZ OLGA DE LOURDES	MACARA	985133446	TARQUI E ISIDRO AYORA
04/04/2016	1800745695	JARAMILLO CELI MARIA BLANCA AZUCENA	MACARA	072694940 0980355828	CARLOS VEINTIMILLA Y SALVADOR VALDIVIEZO
07/04/2016	1800748244	LUDEÑA COLON EFREN	MACARA	072696394 0985120355	SIMON BOLIVAR 01-09 Y MANUEL ENRIQUE RENGEL
08/04/2016	1801768803	ALVAREZ OJEDA LUIS ARMANDO	MACARA	939326715	JUAN TAMAYO 0 y EMILIO VEINTIMILLA
12/04/2016	1800897967	CABRERA CABRERA VICTOR ELISEO	SARAGURO	072200154 0981277649	BAHIN
26/04/2016	1800895664	SARANGO GONZALEZ LUIS GUDELIO	SARAGURO	982849799	URDANETA
29/04/2016	1801395383	CABRERA MACAS JOSE CLEMENTE	SARAGURO	981956062	QUISQUINCHIR
29/04/2016	1800919381	ORDONEZ JARAMILLO CARLOS ZHOVANI	SARAGURO	73029307	TENTA
29/04/2016	1803181922	GONZALEZ RAMON MAYRA MARISELA	SARAGURO	939248107	BABER
09/05/2016	1800881102	LUZURIAGA VALDIVIESO ENRIQUE GUILLERMO	SARAGURO	072563662/ 0994129266	SAN JORGE
09/05/2016	1800893982	GONZALEZ CHALAN MARIANA DE JESUS	SARAGURO	72581218	TAMBOPAMBA
16/05/2016	1803181872	GONZALEZ RAMON JAIME ENRIQUE	SARAGURO	979055493	BABER
18/05/2016	1801489962	CASTILLO URREGO JULIA GERMANIA	MACARA	073032999/0 985400080	SABIANGO
18/05/2016	1800757500	ALMEIDA ESTRADA ELSA MARIA	MACARA	072694117 / 0982714577	DEL EJERCITO Y ABDON CALDERON
18/05/2016	1800771386	JIMENEZ GUERRERO MARIA ENMA	MACARA	987837243	LA MANDALA
18/05/2016	1800777342	ORTIZ ROSILLO SEBASTIAN DE JESUS	MACARA	072695706 / 0986492620	BELLO HORIZONTE
18/05/2016	1801764273	SALAZAR JAYA ANTONIO ISAAC	MACARA	072695427/0 967845277	AMAZONAS 0 y JOSE JOAQUIN DE OLMEDO
19/05/2016	1800757492	ROMAN ALMEIDA EDWIN FERNANDO	MACARA	072694776 / 0986486895	DEL EJERCITO Y ABDON CALDERON
19/05/2016	1800758946	CHAMBA MOROCHO HERMELINDA	MACARA	072695116/0 982112993	ESPINDOLA 60- 54 y GRAL. ELOY ALFARO
19/05/2016	1803221116	VELEZ SANCHEZ WASHINGTON VICENTE	MACARA	072694638 / 0939431436	CATAMAYO Y GRAL. ELOY ALFARO
20/05/2016	1803337912	AREVALO CASTILLO LUIS EDUARDO	MACARA	2694797/096 9139852	CELICA Y CARIAMANGA

20/05/2016	1800740084	BUSTAMANTE SANTOS JOSE MIGUEL	MACARA	969548137	PEDRO VIDAL Y MAXIMO ARTURO ROMAN
31/05/2016	1800928499	MORENO ARMIJOS LUZ ANGELICA	SARAGURO	986126682	CRUZLOMA
30/06/2016	1800899872	GONZALEZ MARIA ESTERFILIA	SARAGURO	994827808	TURUCACHI
01/09/2016	1801792662	MORA MORA RENE GEOVANY	SARAGURO	990195518	URDANETA
19/12/2016	1803185105	CABRERA CABRERA LIVIO VICENTE	SARAGURO	994752604	BAHIN
19/12/2016	1800898494	CABRERA CABRERA EUDORO DE JESUS	SARAGURO	991037714	BAHIN
26/01/2017	1800910265	LABANDA PATIÑO ADRIANO RODRIGO	SARAGURO	983235182	SELVA ALEGRE
30/01/2017	1800897231	TAPIA GONZALEZ LUIS OLMEDO	SARAGURO	982912104	BABER
02/03/2017	1800895334	SARANGO ULLOA LUIS BAUDILIO	SARAGURO	981523511	URDANETA
21/03/2017	1801346329	PARRA CHALAN LUIS EDUARDO	SARAGURO	984674342	EL PORVENIR
30/03/2017	1800932236	ARMIJOS IDROBO WILSON RODOLFO	SARAGURO	992194976	ANTONIO JOSE DE SUCRE 0 y *-Sin Calle Secundaria
04/04/2017	1800777706	BUSTAMANTE SANTOS CUMANDA ARTEMISA	MACARA	986662095	MANUEL ENRIQUE RENGEL 0 y MACARA
06/04/2017	1800768143	ORELLANA CESAR AUGUSTO	MACARA	72695224	LOJA MACARA MACARA MANUEL ENRIQUE RENGEL SUQUILANDA
05/05/2017	1800783993	SOTOMAYOR CASTRO JORGE ALFREDO	MACARA	987281250	LOJA MACARA
19/06/2017	1800912642	ARMIJOS AGUIRRE ANGEL IBELIO	SARAGURO	985337327	MANU

Tabla 11. Lista de propietarios de las cocinas de inducción en la ciudad de Macará y Saraguro.

6.2. Obtención de medidas de radiación

Una vez obtenido el listado se procede con la obtención de las medidas de radiación en diversas zonas de la ciudad y provincia de Loja y Zamora Chinchipe, las cuales se llevaron a cabo en sectores de Cariamanga, Macará, Saraguro y Zamora, debido a la falta de apertura de los propietarios de las cocinas de inducción en la ciudad de Loja.

Las mediciones se han tomado de cada una de las cocinas de inducción, repartidas en 12 mediciones por cocina, teniendo un lapso de tiempo de 5 minutos entre medidas, dando

un tiempo de 60 minutos por cocina el cual es el tiempo promedio que se demora cada usuario en preparar su comida con el uso de la cocina de inducción.

Las medidas se tomaron en horarios diferentes, ya que los propietarios de las cocinas de inducción casi en su totalidad no permanecían en su domicilio en horario de 8:00 a 17:00, por lo que en su mayoría fueron tomadas en horarios de 18:00 a 20:00 horas.

6.3. Almacenamiento de medidas.

Las medidas están almacenadas en una matriz que se evidenciara en las tablas 12 y 13 que se puede ver a continuación.

		MEDIDAS DE CAMPO ELÉCTRICO PARTE SUPERIOR A 15 cm DE LA COCINA (V/m)											
		Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5	Medida 6	Medida 7	Medida 8	Medida 9	Medida 10	Medida 11	Medida 12
NÚMERO DE COCINAS DE INDUCCIÓN	Cocina 1	96,7	96,8	70,1	109,1	133,8	139,4	201	172,4	120,6	154,7	163,9	160,1
	Cocina 2	93	88,2	91,4	148	100,1	157,9	190,3	127	112	140,9	112,7	124,6
	Cocina 3	105,7	101,2	100,3	119,5	128	104,3	113,5	97,2	107,3	126,5	107,6	108
	Cocina 4	128,9	112,5	116,9	121,7	116,5	142,8	143,2	144	132	129,3	121,5	125,4
	Cocina 5	182,7	136,4	192,3	172,6	187,6	174,2	175,6	171	178,9	177,6	174,6	146,6
	Cocina 6	164,2	149,6	150,2	165,7	163,3	158,7	162,3	166,4	150,4	130	144	154,9
	Cocina 7	229	154,2	160,7	150,6	145,3	159,7	164,9	166,3	164,3	262	220	165,3
	Cocina 8	193,8	172,8	123,4	236	186	185,2	188,3	254,3	234,5	136	197,2	162,4
	Cocina 9	120,8	125,6	147,3	141,5	147,2	156,8	142,4	125,3	110,9	138,7	105,3	132,5
	Cocina 10	120,8	140,8	168,4	145	190,3	176,8	181,3	175,6	182,4	166,3	169,7	173,3
	Cocina 11	155,8	138,1	170,7	182,4	163,2	156,8	149,4	163,9	162,6	162,9	147,5	152,5
	Cocina 12	116,5	113,6	134,6	137,2	126,9	128,4	132,9	139,4	137,1	163,7	145,6	154,2
	Cocina 13	105,2	113,4	126,8	126	121,2	130,1	125,4	130,9	103,2	125,2	135,3	127,4
	Cocina 14	140,1	115,4	112,7	100,4	123,2	118,8	102,6	131,5	139,7	141,8	157,6	142,4
	Cocina 15	89,4	114	112,3	85,7	103,1	132,3	122,9	106,4	170,1	169,7	152,3	155,9
	Cocina 16	79,9	112,5	136,5	159,7	140,5	152,1	150,1	137,5	130	142,6	135,4	138,1
	Cocina 17	241	157	197,1	185,4	193	200	270	118	195	265	187	256
	Cocina 18	154	191,7	186,3	108,3	182,4	187,2	181,2	192	234	255	245	262
	Cocina 19	242	243	236	309	220	121	158	166	160,8	203	247	191,2
	Cocina 20	148,5	70,5	124,7	130	90,3	126,9	137	84,2	95,5	134,5	102,5	132,6
	Cocina 21	70,5	70,7	84,6	110,5	101,2	112,5	121,6	110,3	125,6	105,3	100,2	120,5

	Cocina 22	144	154,3	138,4	136,4	144	114,5	151,6	146,7	151,8	128,1	145	160,5
	Cocina 23	145,3	146,9	163,9	140,9	139,5	146,3	144,3	129,7	165,9	152,3	160,3	174,3
	Cocina 24	133,2	122,4	187	165,9	160,5	112,5	166	140,2	150,7	188,7	144,9	170,2
	Cocina 25	123,6	117,9	129	109,5	112,5	102,3	108,7	105,9	106,4	112,4	115,6	126,3
	Cocina 26	147	143,8	138,8	102,4	116,3	124,6	146,6	128,8	141,6	136,4	128	132
	Cocina 27	149,6	152	124,2	155,3	183,5	169,3	166,2	154,9	170,2	162,5	172,2	182,3
	Cocina 28	110,5	128,4	166,7	168,5	150,3	136,5	100,1	158,2	108,3	146,3	104,6	107,9
	Cocina 29	100,9	124,1	123,6	160,3	160,7	134	161	100,9	116,3	132,3	126,4	135,7
	Cocina 30	173	160,8	187	140,5	185,6	231	186,4	195,3	187,2	174,1	138,6	148,6
	Cocina 31	155,3	126.8	100.4	103.1	152.1	207.4	192.4	160,7	135,4	150	105,3	137,5
	Cocina 32	138,4	170,6	148,9	135,7	145,3	156,4	144,6	138,9	154,2	132,5	106,7	114
	Cocina 33	172,5	134,7	141,6	120	184,6	145,8	126,4	112,8	124,7	158,7	168,9	155,6
	Cocina 34	127,2	111,4	152,5	130,4	165,6	170,2	142,5	114,6	156,7	167,5	176,8	151
	Cocina 35	119,5	131,4	105,6	118	143,6	127,5	170,2	147,2	156,2	146,9	161,8	102,6
	Cocina 36	155,9	126,5	109,8	161,6	156,8	167,5	132,7	124,5	136,4	185,3	126	152,6
	Cocina 37	119,6	124,8	145,7	118,5	126,8	135,7	142,3	139	148,7	124	115,8	125,3
	Cocina 38	186,7	152,6	164,9	146,7	164,3	187,2	134,6	152,6	185,4	154,6	153,4	175,2
	Cocina 39	187,4	164,8	145	178,5	192,6	125,4	149,7	134,5	141,2	156,4	168,4	182,4
	Cocina 40	155,4	148,7	132,1	142,4	165,6	112,5	144,8	165,4	121,8	135,7	152,4	163,2
	Cocina 41	114,2	125,4	113,2	156,4	120	161,7	177,9	114,8	138,2	130,2	133,8	144,2
	Cocina 42	141,9	152,6	185,2	177,2	153,1	131,9	159	112,4	119,6	120,6	130,2	146,3
	Cocina 43	134,8	125,8	146,8	116,8	112,2	127,6	132,5	146,2	153,6	147	125,3	134,7
	Cocina 44	153,8	123,6	141,6	136,5	158,8	163,2	114,5	140,1	135,2	141,1	111,8	142,3
	Cocina 45	164,7	112,8	142,5	121,2	117,6	115,4	126,9	139,2	117,8	120,9	128,9	132,5
	Cocina 46	150,4	185,2	166,2	146,9	135,4	132,6	141,8	176,8	185,4	112	156,3	175,4
	Cocina 47	144,7	154,4	156,4	135,8	165,8	112,1	152,3	103.1	146,1	166,2	163,4	145,1
	Cocina 48	178,6	135,6	154,7	146,6	148,9	167,5	142,8	143,6	147,5	170,2	147,2	170,2
	Cocina 49	162,7	125,2	170,2	133,2	120,6	160,8	111,2	143,8	126,9	136,5	154,3	147,3
	Cocina 50	185,4	164,9	178,6	165	152,5	140,6	174,6	130,4	125,4	152,6	147,6	129,6
	Cocina 51	192,6	178,3	167,5	182,4	155,8	125,6	136,4	190,3	187,2	186,3	122,4	156,7
	Cocina 52	157,4	168	164,2	132,5	109,8	134,6	149,2	161,6	122,9	159,8	147,2	148
	Cocina 53	132,2	145,9	187,2	156,3	165,2	165,9	154,2	118,5	159,4	124,7	143,8	174,3
	Cocina 54	181,4	164,8	155,1	152,5	164,9	144,1	153,2	165,2	242,3	165,4	154,2	128,7
	Cocina 55	132,5	154,6	112,5	126	132,6	106,4	125,6	178,5	128,3	138,4	128,4	110,5
	Cocina 56	128,4	118,9	136,7	127,4	132,1	156,2	160	148,3	153,6	150,8	161,2	118,6

	Cocina 57	181,5	152,9	131,9	160,2	175,3	170,2	138,1	156,4	185	184,7	160,8	140
	Cocina 58	162,8	152,6	124,8	155,9	147,3	135,7	159,3	184,9	121,6	157,9	136,4	154,2
	Cocina 59	158,9	145,6	183,6	162	158,3	108,3	113,4	126,7	147,2	138,8	170,6	141,8
	Cocina 60	172,6	143,8	156,2	159,3	112,4	135,4	148	136,4	144,3	124,2	150	162,3

Tabla 12. Medidas de campo eléctrico obtenidas desde la parte superior de la cocina de inducción

Las forma en que se tomaron las medidas se puede evidenciar en la figura 13, debido a que la exposición del campo eléctrico a la que las personas son sometidas depende de la distancia, y al momento de que los seres humanos tienden a cocinar están en rangos de 15 a 20 cm de distancia por lo cual se ha tomado las medidas a 15 cm en la parte superior y a 5 cm en la parte inferior.

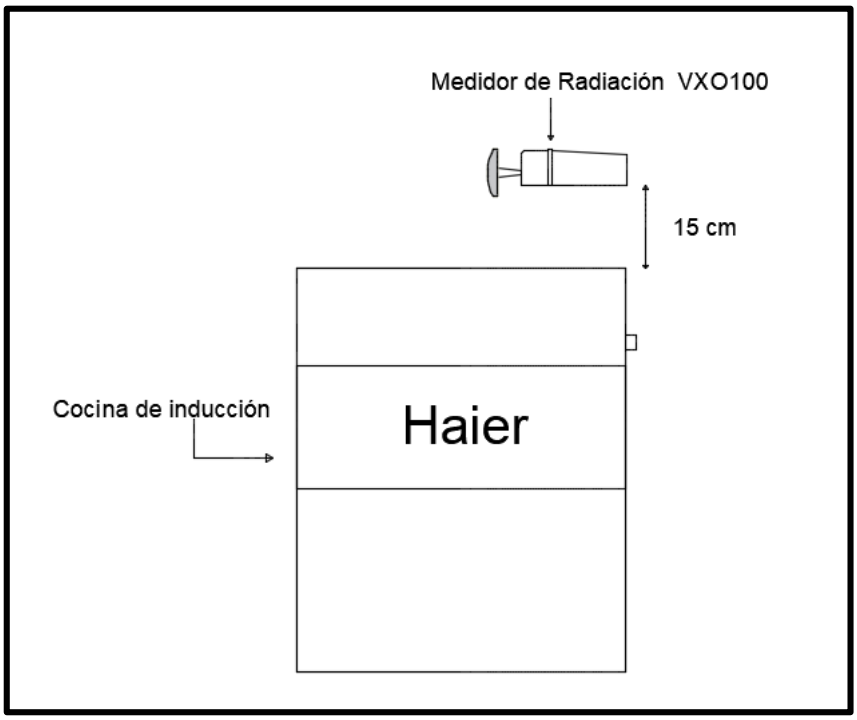

Figura 13. Modelo de obtención de medidas de campo eléctrico con medidor VX0100 parte superior (vista lateral)

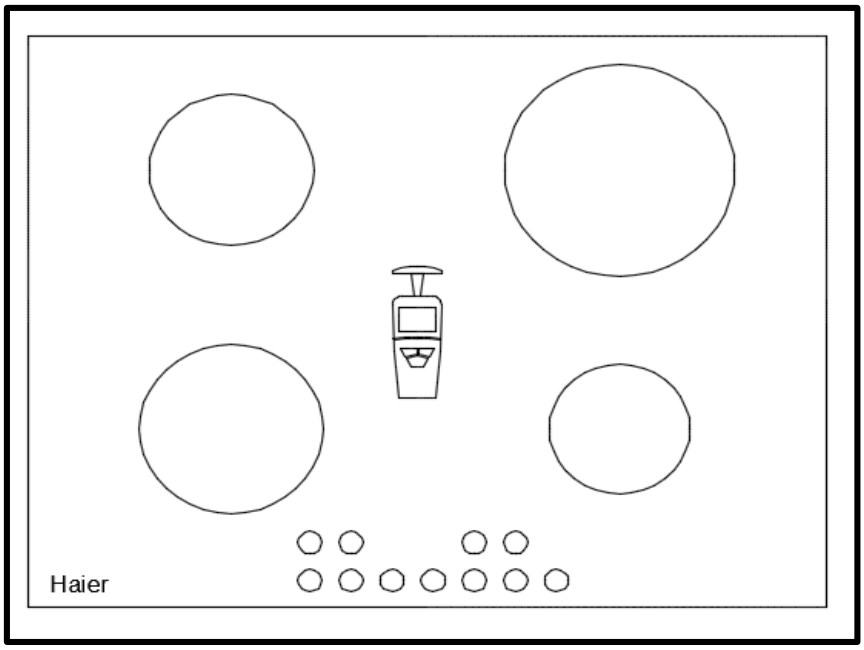

Figura 14. Modelo de obtención de medidas de campo eléctrico con medidor VX0100 parte superior (vista superior)

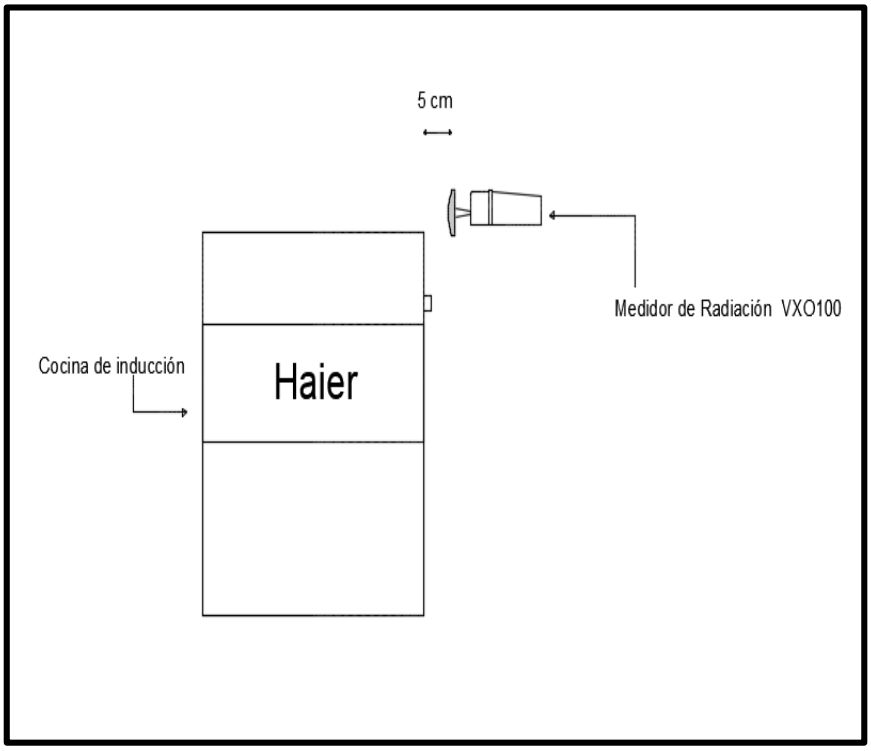

Figura 15. Modelo de obtención de medidas de campo eléctrico con medidor VX0100 parte inferior (vista lateral)

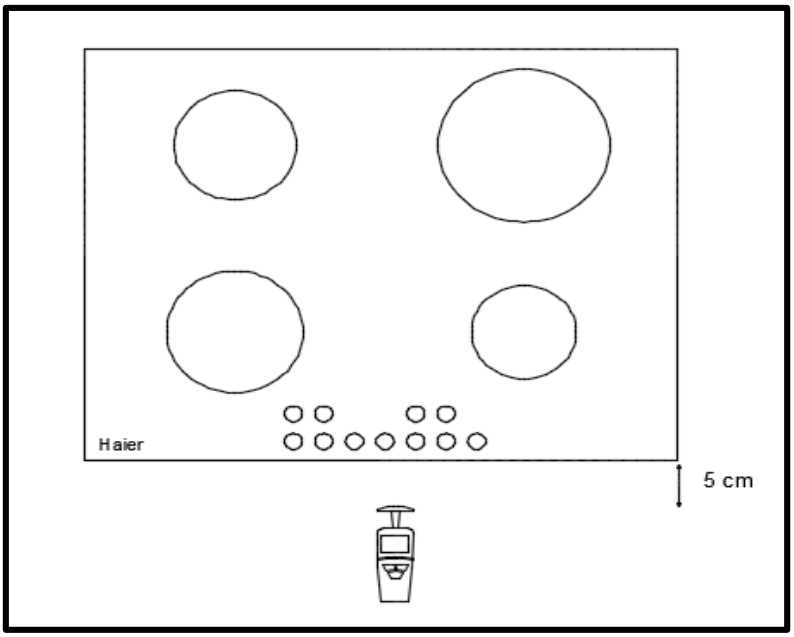

Figura 16. Modelo de obtención de medidas de campo eléctrico con medidor VX0100 parte inferior (vista superior)

En la figura 17 se puede apreciar de manera precisa la densidad de las ondas electromagnéticas emitidas por las cocinas de inducción, cuya simulación fue hecha por COMSOL para la optimización de los diseños de estufas de inducción,

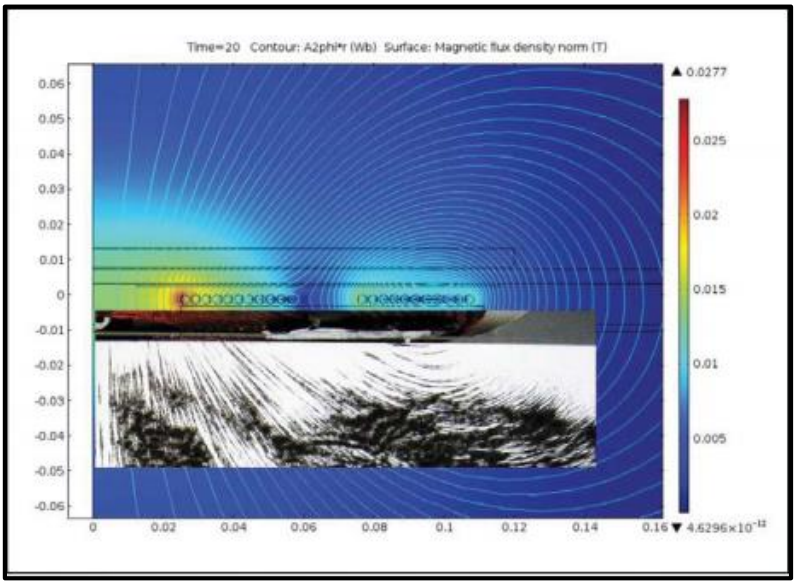

Figura 17. Simulación precisa que muestra la densidad de flujo magnético. **[34]**

COMSOL dentro de nuestra investigación nos ayuda a evidenciar cual es el campo eléctrico que emana las cocinas de inducción, con lo cual se observa que el sitio elegido

en las cocinas de inducción para las mediciones de nuestra investigación son las correctas. [34]

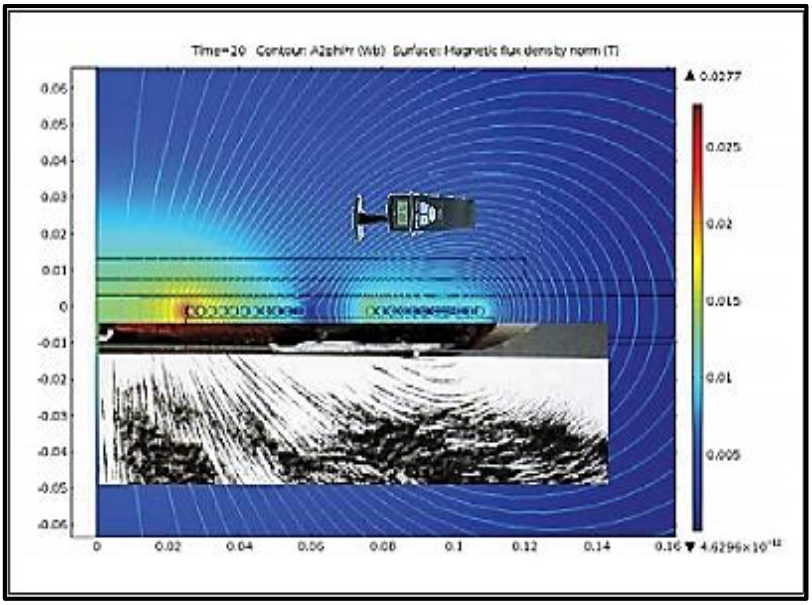

Figura 18. Simulación COMSOL y medidor de radiación VX0100

		MEDIDAS DE CAMPO ELÉCTRICO PARTE INFERIOR a 5 cm DE LA COCINA (V/m)											
		Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5	Medida 6	Medida 7	Medida 8	Medida 9	Medida 10	Medida 11	Medida 12
NÚMERO DE COCINAS DE INDUCCIÓN	Cocina 1	169,2	121,6	161,1	163,6	185,4	120,9	166,8	154,2	134,8	159,2	166,6	185,4
	Cocina 2	132,9	168,5	144,2	127,3	167,5	142,8	162	114	118,7	159	136	156
	Cocina 3	122,4	118,5	97,2	117	120,5	116,9	119,8	137	100,9	155,3	127,9	118,5
	Cocina 4	179,8	172	141	136	161,2	192,3	162,3	116,2	125,5	120,3	122,8	197,1
	Cocina 5	177	165,2	169,4	361	632	133	154,3	164,3	170	169,4	165,3	238
	Cocina 6	187,4	193,5	197	175	185,4	190,2	186,6	185,3	150,9	170,2	160,4	166,3
	Cocina 7	165,3	272	232	262	232	250	265	236	237	267	238	228
	Cocina 8	150,1	158,2	180,1	156,2	162,3	173,2	169,8	172,6	194,7	135,8	204	225
	Cocina 9	166,8	115,4	133,2	154,2	161	149	130	114,7	132	138	127,9	141,9
	Cocina 10	160,3	139,5	148,6	142,7	189,7	110,9	155,7	147,8	152,6	175,2	162,7	150,7
	Cocina 11	125,2	150,2	168,3	169,9	168	181,6	143,2	168,2	175,6	190,3	191,7	165
	Cocina 12	113,7	110,7	100,5	119	186,9	127,8	134,9	141,6	102,4	144,3	133,2	120,8

	Cocina 13	217	266	138,5	129,1	144	175	216	140,4	165,7	177	196,4	216
	Cocina 14	122,1	126,9	110,3	120,7	137,6	149	120,6	132,2	118	113,4	111,6	107,1
	Cocina 15	172,3	389	198,1	317	206	246	148,7	178,6	146,3	174,3	191,3	181
	Cocina 16	141,3	149,3	144,5	131,6	144,3	149,5	124,3	142,1	141,5	143,7	141,7	129,3
	Cocina 17	116,5	144	128,2	137	189	271	272	275	258	215	169	189
	Cocina 18	175,6	116,6	128,3	148,6	175,3	156,4	165,4	169,2	182,3	166,7	145,6	125,2
	Cocina 19	184	143	166	172,3	169,7	164,7	143	134,4	156	178,6	127,5	138,2
	Cocina 20	124,5	158,5	151,2	183,2	222	170	173,8	150,6	159,9	171,2	160	162
	Cocina 21	140,5	140,3	108,3	115,4	130,2	114,4	130,2	114,4	130,2	107,2	105,4	128,9
	Cocina 22	135,1	191,7	162,3	188,3	165,3	150	185,3	123,9	146,7	129	156,4	185,2
	Cocina 23	127,4	145,8	127,2	119,3	128,3	132,7	144,3	118,4	149,8	166,2	124,5	127,4
	Cocina 24	195,4	198,5	114	154,7	191,6	197,3	92,5	182,3	121	193	179,3	103,1
	Cocina 25	169,3	179,6	266	195	272	188	165,7	190,4	192,4	195,3	220	233
	Cocina 26	142	128	98,3	114,3	102,6	105,7	108,3	109,5	98,7	102,4	112,6	107,6
	Cocina 27	126,3	146,9	185,4	172,3	142,5	143,2	172,3	152	148,3	162,1	137,2	141
	Cocina 28	214,3	180,5	186,5	205	186,4	222	166	127,2	151	177	174,5	184,2
	Cocina 29	190,3	170,2	165,4	166,2	198	195,4	158,7	167,2	148,2	232	282	291
	Cocina 30	140,8	182,4	127,4	142,5	166,2	128,1	160,5	138,4	158,4	153,2	150,3	160,6
	Cocina 31	164,8	175,2	148,7	154,8	146,3	186,4	191,3	175,2	186,9	174,9	167,5	155,9
	Cocina 32	175,4	146,3	154,3	163	160,1	161	162,3	154,3	174,9	168,2	182,3	156,3
	Cocina 33	150	140,4	150,9	167,5	151,4	126,8	136,8	170,3	153,4	186,4	160,4	175,6
	Cocina 34	120,5	156,3	160	168,2	143,6	145,3	174,3	116,9	154,3	143,6	132,8	152,4
	Cocina 35	201,5	196,5	187	185,2	136,4	172,6	174,2	161	172,6	164,7	143,6	139,8
	Cocina 36	178,3	185,4	138	156,8	161,2	156,2	188,3	150,2	165,7	163,3	155,1	149,5
	Cocina 37	185,4	202,3	165,2	173,6	154,2	150,6	159,7	181,6	150,6	184,1	126,8	177,2
	Cocina 38	153,2	165,4	180,3	179,6	143,1	186,2	192,4	155,7	196,3	186	165,7	186,7
	Cocina 39	164,2	131,2	146,8	162,3	125,6	141,5	156,8	147,8	141,5	165,6	192,6	168,3
	Cocina 40	128,6	157,8	126,7	164,5	194,5	185,7	156,9	168,4	175,1	190,3	180	146,5
	Cocina 41	189,7	198	165	159,4	148,2	182,4	156,8	166,3	182,4	175,6	192,3	181,5
	Cocina 42	177,2	140,9	155,2	164,3	148,7	150	165,8	134,6	157	126,9	153,1	134,5
	Cocina 43	160,3	178,1	129,3	148,3	133,4	126	130,1	174,3	126	133	152,6	168

	Cocina 44	196,5	186,4	246	262,5	202	213	186	192,3	174,5	186,2	158,8	142,5
	Cocina 45	165,8	146,3	135,2	146,3	129,4	178,3	132,3	142,9	185,7	166,7	170,1	147,2
	Cocina 46	154,4	155,9	178,9	166,3	142,8	168,7	124,3	136,5	127,4	140,5	135,4	135,4
	Cocina 47	187,2	168,5	164,7	191	157	185,4	199,2	137,6	185,4	175,2	169,3	178,9
	Cocina 48	162,3	155,8	184,3	177,4	166,2	191	143,6	186,3	127,8	182,4	148,9	179,8
	Cocina 49	168,1	147,6	167,2	148,2	178,6	149	139,8	125,3	142,8	140,2	149	156,3
	Cocina 50	174,9	154,8	165,2	187,4	156,4	160,8	191,7	186,3	161,3	165,3	146,2	120,6
	Cocina 51	160,8	135,7	189,7	184,2	155,7	164,7	159,8	164,9	192,3	175,3	149,5	165,2
	Cocina 52	188,2	165,3	172,4	144,1	122,6	168,7	185,4	199,1	146,3	175,7	191,2	189,4
	Cocina 53	192	130,4	186,3	160,6	182,4	175	181,2	163	190,2	154	156,4	168,9
	Cocina 54	197,5	188,4	193,1	202,1	187,6	149,6	175	186,4	140,9	156,4	161,8	175,8
	Cocina 55	175,4	161,6	185,4	168,9	174,5	189,1	160,8	154,3	173,2	151,3	146,8	175,2
	Cocina 56	198,7	186,3	203	198,7	185,6	169,4	175,3	168,9	162,7	174,9	149,8	185,7
	Cocina 57	149,3	146,7	175,6	155,9	169,5	171,2	149,9	170,2	160,8	155	178,3	185,9
	Cocina 58	165,7	160,2	174,1	155,9	145,8	156,4	176,2	183	146,9	187,9	179,4	187,3
	Cocina 59	184,3	192,5	165,8	178,4	174,2	170,3	166,8	165,2	187,3	154,6	167,2	175,2
	Cocina 60	160,3	175,8	190,3	184,6	192,6	174,1	154,3	188,2	175	156,3	188,5	177,2

Tabla 13. Medidas de campo eléctrico obtenidas desde la parte inferior de la cocina de inducción

6.4. Análisis estadístico

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5	Medida 6	Medida 7	Medida 8	Medida 9	Medida 10	Medida 11	Medida 12
PROMEDIO DE MEDICIONES EN LAS 60 COCINAS (V/m)	147,6	138,4	146,2	146,2	147,5	144,4	149,2	144,8	148,2	153,4	146,9	149,8
PROMEDIO TOTAL V/m	146,9											

Tabla 14. . Promedio de medidas de campo eléctrico en las 60 cocinas parte superior

En la tabla 14 se puede observar el promedio general de cada una de las medidas tomadas para las 60 cocinas de inducción para la parte superior de la cocina de inducción, teniendo un valor promedio mínimo de 139.4 V/m y un valor promedio máximo de 153.4 V/m, así también se observa un valor del promedio total 146.9 V/m.

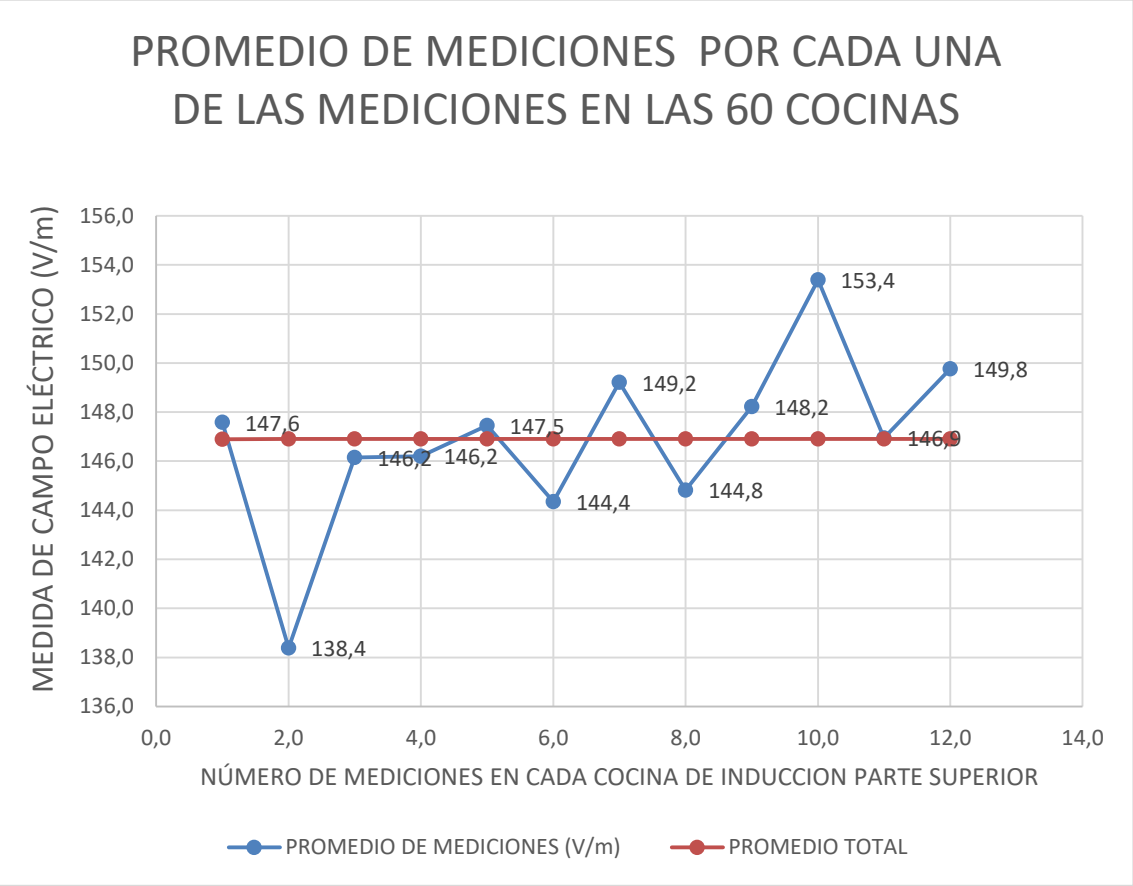

Figura 19. Promedio de mediciones parte superior

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5	Medida 6	Medida 7	Medida 8	Medida 9	Medida 10	Medida 11	Medida 12
DESVIACIÓN ESTANDAR[14]	±35,4	±28,7	±30,5	±33,3	±28,0	±26,1	±27,6	±28,8	±31,5	±32,1	±30,7	±28,6
DESVIACIÓN ESTANDAR TOTAL	±30,6											

Tabla 15. Desviación Estándar, Medición parte Superior de la Cocina

[14] Desviación estándar: es una medida que se usa para cuantificar la variación o dispersión de un conjunto de datos numéricos.

En la tabla 15 se indica la desviación estándar de cada una de las medidas de campo eléctrico tomadas por las 60 cocinas, lo que nos da una referencia de cuanto puede fluctuar el valor desde el promedio total de las medidas de radiación tomadas. Además se puede observar una desviación estándar total de ± 30.6 es decir el valor promedio total es de 146.9 V/m puede llegar a variar entre 177,5 V/m y 116.13 V/m.

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5	Medida 6	Medida 7	Medida 8	Medida 9	Medida 10	Medida 11	Medida 12
PROMEDIO DE MEDICIONES (V/m)	163,6	166,2	161,1	169,3	173,2	165,9	162,4	158,4	158,1	165,0	161,2	165,7
PROMEDIO TOTAL	164,2											

Tabla 16. Promedio de medidas de campo eléctrico en las 60 cocinas parte inferior

En la tabla 16 se observa el promedio general de cada una de las medidas de campo eléctrico tomadas en las 60 cocinas de inducción para la parte inferior de la cocina de inducción, teniendo un valor promedio mínimo de 158.1 V/m y un valor promedio máximo de 173.2 V/m, así también se obtuvo un valor del promedio total 164.2 V/m.

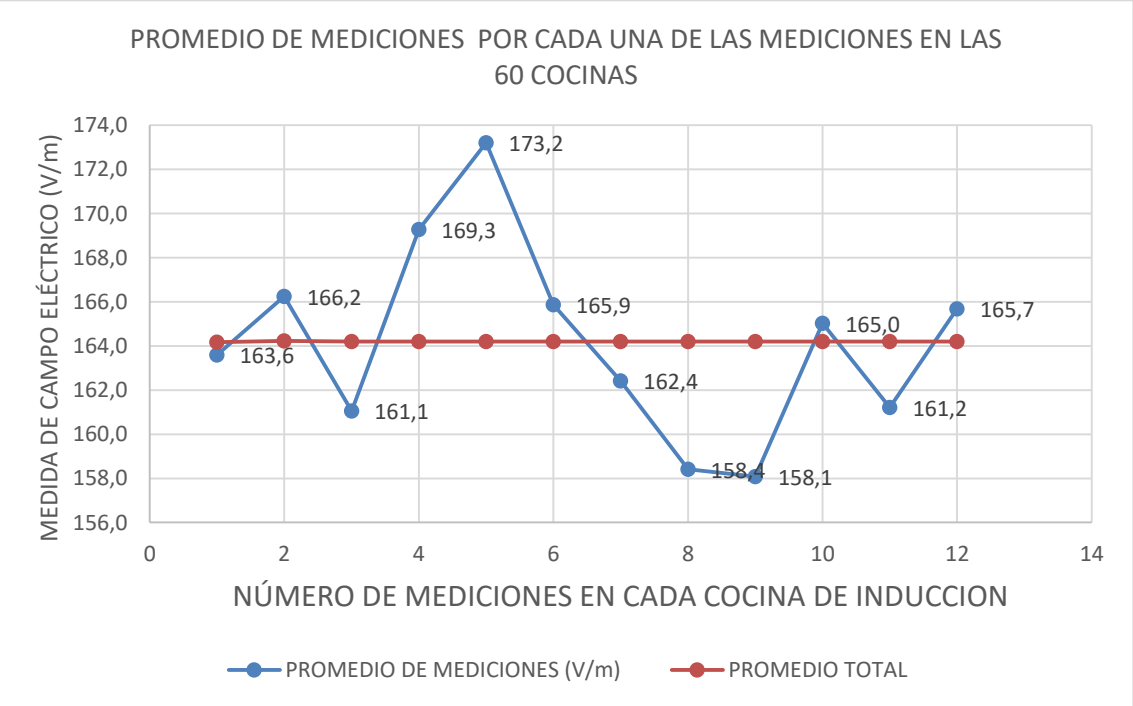

Figura 20. Promedio de mediciones de campo eléctrico parte inferior

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5	Medida 6	Medida 7	Medida 8	Medida 9	Medida 10	Medida 11	Medida 12
DESVIACION ESTANDAR	±25,7	±42,0	±33,2	±43,0	±66,4	±32,6	±30,6	±29,7	±29,3	±27,4	±30,5	±34,5
DESVIACION ESTANDAR TOTAL	±37,2											

Tabla 17. Desviación Estándar Parte Inferior de la Cocina

En la tabla 17 nos indica la desviación estándar de cada una de las medidas tomadas por las 60 cocinas en la parte inferior, lo que nos da una referencia de cuanto puede variar el valor desde el promedio total de las medidas de radiación tomadas, además se puede observar una desviación estándar total de ± 37.2 es decir el valor promedio total de campo eléctrico en la parte inferior de 164.2 V/m puede llegar a variar entre 201.4 V/m y 127 V/m.

En la tabla 15 se puede identificar el nivel de potencia usado en la cocina de inducción por cada uno de los usuarios en el momento de la cocción de los alimentos así como las marcas de cada una de las cocinas respectivamente.

		NIVEL DE POTENCIA USADO				MARCA
		HORNILLA A	HORNILLA B	HORNILLA C	HORNILLA D	
NÚMERO DE COCINAS DE INDUCCIÓN	1	6	7	9	0	INDURAMA
	2	7	9	7	0	MIDEA
	3	6	6	6	6	MIDEA
	4	7	5	0	0	HAIER
	5	0	5	8	0	INDURAMA
	6	6	0	0	0	INNOVA
	7	9	5	0	0	ECASA
	8	0	8	8	0	INNOVA
	9	8	8	6	0	INDURAMA
	10	5	6	0	0	MIDEA
	11	8	7	0	0	MIDEA
	12	5	6	0	0	MIDEA
	13	6	8	0	0	ECASA
	14	6	6	0	0	MIDEA
	15	5	7	0	0	ECASA
	16	7	7	0	0	MIDEA
	17	5	5	0	0	ELEKTRA
	18	5	7	9	0	INDURAMA
	19	9	5	3	4	ECOLINE

	20	6	3	0	0	HAIER
	21	6	3	0	0	MIDEA
	22	6	7	5	0	MIDEA
	23	5	8	8	0	MIDEA
	24	6	7	0	0	MIDEA
	25	5	5	5	0	ECASA
	26	5	7	9	0	INDURAMA
	27	5	6	8	0	INDURAMA
	28	5	0	0	0	HAIER
	29	8	8	0	0	HAIER
	30	6	6	0	0	INDURAMA
	31	8	8	0	0	MIDEA
	32	7	7	0	0	HAIER
	33	5	5	5	0	ECASA
	34	9	8	8	0	MIDEA
	35	8	8	0	0	INDURAMA
	36	7	7	7	7	ECASA
	37	6	6	7	0	INNOVA
	38	0	5	0	0	INDURAMA
	39	7	7	7	0	HAIER
	40	5	5	0	0	HAIER
	41	8	8	8	0	ECASA
	42	9	9	6	0	INDURAMA
	43	0	8	5	0	HAIER
	44	6	6	8	0	HAIER
	45	5	5	5	5	MIDEA
	46	8	7	7	0	MIDEA
	47	6	7	6	0	MIDEA
	48	6	0	0	0	ECASA
	49	7	7	5	5	INNOVA
	50	5	5	0	0	INDURAMA
	51	8	8	9	9	HAIER
	52	7	7	0	0	INDURAMA
	53	6	5	0	0	INDURAMA
	54	5	8	0	0	INDURAMA
	55	0	8	8	0	ECASA
	56	6	6	5	0	MIDEA
	57	0	7	7	7	MIDEA
	58	8	8	0	0	MIDEA
	59	6	6	0	0	MIDEA
	60	7	7	7	0	MIDEA

Tabla 18. Nivel de Potencia Usado

En la tabla 19 se puede identificar el nivel de potencia más usado en cada una de las hornillas de la cocina de inducción, en el momento de la cocción de los alimentos, así como su equivalencia en Watts.

	NIVEL DE POTENCIA USADO (WATTS)			
	HORNILLA A	HORNILLA B	HORNILLA C	HORNILLA D
NIVEL DE POTENCIA MAS USADO	6	7	7	7
EQUIVALENCIA EN WATTS	1600	800	1100	1400

Tabla 19. Nivel De Potencia

6.5. Resumen de resultados.

En la tabla 20 y 21 se puede evidenciar una comparación de los resultados de las medidas de radiación tomadas en las cocinas de inducción con los valores de las normativas vigentes internacionalmente y la normativa vigente en el Ecuador, las cuales ya se dieron a conocer anteriormente para el rango de 20 kHz a 75 kHz frecuencia en la que trabajan las cocinas de inducción.

	CAMPO ELÉCTRICO (V/m)		PROMEDIO DE MEDIDAS DE RADIACIÓN TOMADAS PARTE SUPERIOR DE LA COCINA (V/m)
	POBLACIONAL	OCUPACIONAL	
NORMATIVA INTERNACIONAL ICNIRP	87	610	146,9
NORMATIVA ECUATORIANA UIT-T K.52	87	610	
RECOMENDACIÓN DE LA OMS	5000		

Tabla 20. Comparación de medidas de radiación parte superior de la cocina con rangos establecidos.

Como se puede ver en la tabla 20 se expone una comparación con las normas establecidas internacionalmente y dentro del Ecuador, cuyos valores de campo eléctrico

máximos establecidos son de 87 V/m en limite poblacional y de 610 V/m en limite ocupacionales, además se puede observar el valor del promedio de medidas de campo eléctrico tomadas en la parte superio de la cocina de inducción es de 146.9 V/m.

	CAMPO ELÉCTRICO (V/m)		PROMEDIO DE MEDIDAS DE RADIACIÓN TOMADAS PARTE INFERIOR DE LA COCINA (V/m)
	POBLACIONAL	OCUPACIONAL	
NORMATIVA INTERNACIONAL ICNIRP	87	610	164,2
NORMATIVA ECUATORIANA UIT-T K.52	87	610	
RECOMENDACIÓN DE LA OMS	5000		

Tabla 21. Comparación de medidas de radiación parte inferior de la cocina con rangos establecidos

Como se puede ver en la tabla 21 se expone una comparación resumida de las normas establecidas internacionalmente y dentro del Ecuador, cuyos valores de campo eléctrico máximos establecidos son de 87 V/m en limite poblacional y de 610 V/m en limite ocupacionales, además se puede observar el valor del promedio de medidas de campo eléctrico tomadas en la parte superior de la cocina de inducción es de 164.2 V/m.

7. Discusión

7.1. Medidor de Radiación

Como se ha evidenciado en el desarrollo de la presente investigación cuyo tema versa sobre la evaluación del impacto de las ondas electromagnéticas emitidas por las cocinas de inducción en la salud del usuario, para poder obtener las medidas de radiación necesarias se ha requerido el uso de un medidor de radiación con el cual podemos evidenciar el nivel de campo eléctrico emitido por las cocinas. [30]

Las mediciones del VX0100 pueden realizarse en tres bandas de frecuencias:

- 10 Hz a 3 kHz
- 3 kHz a 100 kHz
- 10 Hz a 100 kHz

Por lo cual para la investigación se ha utilizado la banda de 0 Hz a 100 kHz debido a que las cocinas de inducción trabajan en un rango de frecuencia de 20 kHz a 75 kHz dependiendo la marca de cada una de ellas, siempre teniendo en cuenta el modo de funcionamiento y uso. [30]

7.2. Resultados de valores obtenidos en la parte superior de la cocina de inducción

El resultado de estas mediciones realizadas se puede visualizar en las tablas 9 y 10 las cuales constan de 1440 valores, tomados para la parte superior y para la parte inferior de la cocina de inducción como se puede ver en las figuras 11 a la 14.

7.3. Normativas vigentes

Teniendo en cuenta las recomendaciones dadas por la ICNIRP se pone en evidencia que los países son libres de seleccionar sus propios estándares en el ámbito nacional para la exposición a campos electromagnéticos**.** [35]

En Ecuador explícitamente se hace uso de la normativa dada por UIT- T K 52 la cual es una orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos la cual se puede observar en el anexo 4 y está establecida por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones bajo las

recomendaciones de la ICNIRP, pero esta recomendación está encaminada a facilitar el cumplimiento de los límites de seguridad de exposición para las personas cerca de instalaciones de torres de telecomunicaciones, sin existir una recomendación de dispositivos en general (en este caso cocinas de inducción) dentro del Ecuador**.** [36]

8. Conclusiones

- Del estudio realizado en base a informes, documentos científicos e investigaciones, mostrados en la revisión de literatura se pudo constatar que no existe evidencia de relación causal entre la exposición a corto plazo de campos electromagnéticos y efectos para la salud humana que provoquen alguna patología a los usuarios.

- Se pudo conocer que el tiempo de exposición promedio de los usuarios a las ondas electromagnéticas emitidas por las cocinas de inducción es de 60 minutos por cada comida, lo que nos da un total de 180 minutos diarios.

- A partir de la norma UIT- T K 52, reglamentación que rige en el Ecuador para la orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos, se pudo comparar los datos obtenidos con los establecidos, con lo cual se observa que las cocinas de inducción no cumplen los limites correspondientes como se puede ver en las tablas 20 y 21 , ya que tienen un promedio de 146.9 V/m en las medidas de radiación tomadas en su parte superior de la cocina de inducción y 169,2 V/m en la parte inferior y el rango recomendado en limites poblacionales es de 87 V/m.

- En base a la recomendación internacional ICNIRP "DIRECTRICES PARA LIMITAR LA EXPOSICIÓN A CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS VARIABLES EN TIEMPO (hasta 300 GHz)" nos da un límite poblacional recomendado de 87 V/m, podemos concluir que el valor obtenido en las medidas de campo eléctrico en las cocinas de inducción no cumplen con lo establecido por la recomendación internacional, ya que los valores obtenidos tienen un promedio de 146.9 V/m en las medidas de radiación tomadas en su parte superior y 169,2 V/m en la parte inferior.

- Al finalizar la investigación no se pudo encontrar algún impacto de las ondas electromagnéticas emitas por las cocinas de inducción en la salud del usuario debido a la falta de compromiso por de los propietarios de las cocinas de inducción, además del poco presupuesto para la investigación, para lo cual se recomienda realizar un

estudio más exhaustivo sobre el impacto de las ondas electromagnéticas, no solo de las cocinas de inducción sino de diversos dispositivos que generan campos electromagnéticos.

- Se identificó los niveles de campo eléctrico que emitían las cocinas de inducción y se pudo apreciar que todas las medidas tomadas tienen un rango entre 139.4 V/m y de 153.4 V/m independientemente de la marca de la cocina de inducción, con una particularidad en la cocina de inducción marca ecasa que llegaba a niveles de 291 V/m la cual es la cocina con mayor emisión de campo eléctrico dentro de nuestra investigación.

9. Recomendaciones

- Se recomienda la realización de investigaciones sobre la formulación de políticas de protección de la salud y su aplicación en sectores con incertidumbre científica sobre los efectos de la exposición a campos electromagnéticos en la salud.

- Se recomienda que los organismos encargados de controlar los límites de radiación electromagnética lancen campañas de sensibilización a la población sobre la importancia de la prevención de la exposición a los campos electromagnéticos y sus efectos en la salud.

- Se invita a que en el Ecuador los encargados de formular políticas establezcan recomendaciones para la exposición a campo de extremadamente baja frecuencia tanto del público en general como de los trabajadores ya que la mejor fuente hasta el momento sobre la orientación para los niveles de exposición y los principios aplicables a la revisión científica son las recomendaciones internacionales ICNIRP.

- Se aconseja actualizar los estándares empleados en cada uno de los países de la región, y los países que aún no cuentan con este tipo de reglamento deben restablecerlo de modo que abarquen todo el espectro de radiofrecuencias.

- Para la construcción de estas cocinas el INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) debería prescribir una normativa para el control de la emisión de ondas electromagnéticas provocadas por las cocinas de inducción, ya que hasta el momento del cierre de esta investigación solo existe una normativa de construcción de las cocinas sin tener en cuenta un límite emisión de las ondas electromagnéticas.

- Para estudios próximos se debería contar con equipos más sofisticados, ya que para la presente investigación por motivos de presupuesto no se pudo hacer la compra de un equipo de mayor precisión, además de que estos estudios podrán servir como referencia y control de los límites en nuevas tecnologías.

- Las personas con marcapasos o dispositivos médicos similares deben ser cuidadosos al usar cocinas por inducción. Es recomendable que consulten con un médico o fabricante de marcapasos, o similar, de acuerdo a su situación.

10. BIBLIOGRAFIA

[1] «Programa de eficiencia energética para la cocción por inducción y calentamiento de agua con electricidad,» 21 07 2014. [En línea]. Available: http://gobernacionloja.gob.ec/programa-de-eficiencia-energetica-para-la-coccion-por-induccion-y-calentamiento-de-agua-con-electricidad-pec/. [Último acceso: 13 08 2017].

[2] C. Lecumberri Llanos, «CAMPOS ELECTROMAGNETICOS,» de *ONDAS ELECTROMAGNETICAS Y SALUD*, Madrid, Alejandro Ubeda, 2001, p. 431.

[3] NN, «Área de la Tecnología,» [En línea]. Available: http://www.areatecnologia.com/ondas-electromagneticas.htm. [Último acceso: 8 Agosto 2018].

[4] National Institute of Environmental Health Sciences, Campos eléctricos y magnéticos relacionados con el uso de la energéa eléctrica, EE.UU, 2004.

[5] N. Bayo Alegre, *Reaccion Celular ante la Radiacion,* vol. 1, Malaga: Grupo de Investigacion de Radiobiologia., 2001.

[6] OMS, «Organizacion Mundial de la Salud,» 1996. [En línea]. Available: http://www.who.int/peh-emf/project/EMF_Project/es/. [Último acceso: 7 Agosto 2018].

[7] J. Skvarca y A. Aguirre, «Normas y estándares aplicables a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias en America Latina: guia para los límites de exposición y los protocolos de medición,» America Latina, 2006.

[8] A. Ahlborn, «ELECTROMAGNETIC FIELDS AND CHILDHOOD CANCER,» *THE LANCET,* vol. 342, p. 2, 1993.

[9] C. MiCHEL y V. BERAL, «A Review of Epidemiological Studies of the Healt Effects of Living Near or Working with Electricity Generation and Transmission Equipment,» Gran Bretaña, 1988.

[10] Z. SIENKIEWICZ y E. VAN RONGEN, «Can Low-Level Exposure to Radiofrequency Fields Effect Cognitive Behaviour in Laboratory Animals? A Systematic Review of the Literature Related to Spatial Learning and Plance Memory,» England, 2019.

[11] R. BAAN, Y. GROSSE, B. LAUBY-SECRETAN, F. EL GUISASSI, V. BOUVARD y L. BENBRAHIM-TALLA, «THE LANCET,» 22 JUNIO 2011. [En línea]. Available: https://www.thelancet.com/journals/lanonc/article/PIIS1470-2045(11)70147-4/fulltext. [Último acceso: ABRIL 2019].

[12] A. AUVINEN, M. HIETANEN, R. LUUKKONEN y R.-S. K. KOSKELA, «Brain Tumors and Salivary Gland Cancers Among Cellular Telephone Users,» *JSTOR,* vol. 13, nº 3, 2002.

[13] T. Al-Khlaiwi y S. A. Meo, «National Center For Biotechnology Information,» 25 Junio 2004. [En línea]. Available: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15195201. [Último acceso: 5 agosto 2018].

[14] L. Zhou , H. X. Zhang y Y. L. Lan, «National Center for Biotechnology Information,» 14 Abril 2015. [En línea]. Available: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25877464. [Último acceso: 7 Agosto 2018].

[15] V. GUILDRY, «EMF-Scientist.org,» 2018. [En línea]. Available: https://www.emfscientist.org/index.php/science-policy/emf-science-and-related-policy-developments. [Último acceso: 04 2019].

[16] H. T. C. Ltda., *Guia de Inicio Rapido,* SOY INK, 2019.

[17] Fundacion Vivo Sano, «Fundacion Vivo Sano,» [En línea]. Available: https://www.vivosano.org/que-es-la-electrosensibilidad/. [Último acceso: 15 01 2019].

[18] E. CASTAÑEDA GOMEZ, «Ambito Juridico,» 09 05 2019. [En línea]. Available: https://www.ambitojuridico.com/noticias/analisis/constitucional-y-derechos-humanos/ondas-electromagneticas-un-enemigo-silencioso. [Último acceso: 05 2019].

[19] EMF scientist, «EMF-scientistis,» 11 05 2015. [En línea]. Available: https://www.emfscientist.org/images/docs/EMF_Scientist_Press_Release_5-1-2015.pdf. [Último acceso: 20 05 2019].

[20] The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, «FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARYING ELECTRIC, MAGNETIC AND ELECTROMAGNETIC FIELDS (up to 300 GHz),» Alemania, 1999.

[21] ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD, «PROYECTO INTERNACIONAL CEM,» [En línea]. Available: http://www.who.int/peh-emf/research/es/. [Último acceso: 15 Agosto 2018].

[22] Organización Mundial de la Salud, «Organización Mundial de la Salud,» Abril 1998. [En línea]. Available: http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/index4.html. [Último acceso: 25 08 2018].

[23] A. Acevedo Picón , J. Barrero Pérez y J. A. Gélvez Figueredo, «CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO,» *REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERIAS FISIOMECÁNICAS,* vol. 6, nº 1, p. 8, 2007.

[24] AGENCIA DE REGULACION Y CONTROL DE ELECTRICIDAD, «AGENCIA DE REGULACION Y CONTROL DE ELECTRICIDAD,» 2013. [En línea]. Available:

https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/vol1-Resumen-Ejecutivo-PME-2013-2022.pdf. [Último acceso: 02 08 2019].

[25] «MIRO,» Abril 2017. [En línea]. Available: https://www.miro.es/encimera-balay-3eb865fr.html. [Último acceso: 9 Agosto 2018].

[26] H. Sawyers, *How Induction Stoves Work Popular Machine,* 2010.

[27] HAIER GROUP, «COCINAS DE INDUCCION DE CUATRO ZONAS DE COCCION MODELO HCI-402,» QUITO, 2017.

[28] PCE, «PCE-INSTRUMENTES,» [En línea]. Available: https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/medidor-de-radiacion-pce-instruments-medidor-de-radiaci_n-electromagn_tica-pce-em-30-det_100462.htm?_list=qr.art&_listpos=3. [Último acceso: 01 2019].

[29] AARONIA AG, «AARONIA AG,» 2018. [En línea]. Available: https://www.aaronia-shop.com/productos/spectrum-analyzer/handheld/aaronia-spectran-nf-3020. [Último acceso: 01 2019].

[30] PCE instruments, «Medidor de Radiacion VX0100,» [En línea]. Available: https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/medidor-de-radiacion-chauvin-arnoux-group-medidor-de-radiaci_n-vx0100-det_256054.htm?_list=kat&_listpos=14. [Último acceso: 12 Agosto 2018].

[31] COMSOL, «COMSOL,» [En línea]. Available: https://uk.comsol.com/release/5.4. [Último acceso: 28 05 2019].

[32] SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACION , «SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACION,» [En línea]. Available: https://www.normalizacion.gob.ec/. [Último acceso: 24 05 2019].

[33] Servicio Ecuatoriano de Normalización, «Servicio Ecuatoriano de Normalización,» 2010. [En línea]. Available: https://181.112.149.204/buzon/normas/2555.pdf. [Último acceso: 24 05 2019].

[34] COMSOL, «Multiphysics Simulation Helps Miele to Optimize Induccion Stove Desing,» Alemanis, 2013.

[35] INTERNATIONAL COMMISION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION e.V, *RECOMENDACIONES PARA LIMITAR LA EXPOSICION A CAMPOS ELECTRICOS, MAGNETICOS Y ELECTROMAGNETICOS (hasta 300 GHz),* 1990.

[36] UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES, *RECOMENDACIÓN UIT-T K 52 Orientación sobre el cumplimiento de los limites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos,* 2000.

[37] M. Coleman y V. Beral, «National Center for Biotechnology Information,» 13 March 1988. [En línea]. Available: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3290129. [Último acceso: 05 Agosto 2018].

[38] E. A. Cushicondor Collahuazo y D. G. Tito Sarauz, *DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UNA COCINA DE INDUCCION ELECTROMAGNETICA,* Quito, 2009.

[39] C. Sepulveda , C. Toro, C. Loaiza y J. Urrego, «ELECTROMAGNETISMO AULA,» 9 Noviembre 2010. [En línea]. Available: http://electromagnetismounaula.blogspot.com/2010/11/solenoide.html. [Último acceso: 11 Agosto 2018].

[40] International Commission on Non-IOnizacion Radiation Protection, «GUIDELINES FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARING ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS (1Hz TO 100 kHz,» HEALT PHYSICS , 2010.

[41] M. GRANDOLFO, *RADIACIONES NO IONIZANTES,* 2011, p. 36.

11. Anexos

Anexo 1 Modelo de tabla para medidas tomadas.

TOMA DE MEDIDAS DE RADIACIÓN COCINAS DE INDUCCIÓN														
DIRECCIÓN	PROPIETARIO	MARCA	# DE HORNILLAS	VOLTAJE (V)		NIVEL DE POTENCIA EN HORNILLAS	POSICIÓN DEL MEDIDOR DE RADIACIÓN.	MEDIDAS TOMADAS (V/m)					
				FASE 1	2 FASES								
						1=	Parte Alta (a 15 cm sobre la hornilla)	1	2	3	4	5	6
						2=							
						3=		7	8	9	10	11	12
						4=							
FECHA		MODELO		FASE 2									
						1=	Parte Baja (a 5 cm de la cocina)	1	2	3	4	5	6
						2=							
						3=		7	8	9	10	11	12
						4=							

Anexo 2 Tabla de tabulación de datos

	MEDIDAS TOMADAS A 15 cm PARTE SUPERIOR												MARCA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													

Anexo 3 Fotos de tomas de medidas de radiación

ELECTRIC FIELD ANTENNA
FIELD MEASUREMENT
0- 100 kHz
126.7 V/m
metrix
VX0100
BioTest
ON/OFF
HOLD
3kHz FILTER
ELECTRIC
FIELD TESTER

THNYC

JEP

Anexo 4 límites básicos recomendados en ICNIRP expuestos en la normativa UIT-T K.52

Tipo de exposición	Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Intensidad de campo magnético (A/m)	Densidad de potencia de onda plana equivalente S_{eq} (W/m^2)
Ocupacional	Hasta 1 Hz	–	2×10^5	–
	1-8 Hz	20 000	$2 \times 10^5/f^2$	–
	8-25 Hz	20 000	$2 \times 10^4/f$	–
	0,025-0,82 kHz	$500/f$	20/f	–
	0,82-65 kHz	610	24,4	–
	0,065-1 MHz	610	$1,6/f$	–
	1-10 MHz	$610/f$	$1,6/f$	–
	10-400 MHz	61	0,16	10
	400-2000 MHz	$3f^{1/2}$	$0,008f^{1/2}$	$f/40$
	2-300 GHz	137	0,36	50
Público en general	Hasta 1 Hz	–	2×10^4	–
	1-8 Hz	10 000	$2 \times 10^4/f^2$	–
	8-25 Hz	10 000	$5000/f$	–
	0,025-0,8 kHz	$250/f$	4/f	–
	0,8-3 kHz	$250/f$	5	–
	3-150 kHz	87	5	–
	0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	–
	1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	–
	10-400 MHz	28	0,073	2
	400-2000 MHz	$1,375f^{1/2}$	$0,0037f^{1/2}$	$f/200$
	2-300 GHz	61	0,16	10

d