



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**

**“ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LA EXPOSICIÓN A LOS CAMPOS
ELECTROMAGNETICOS EMITIDOS POR EL MONITOR DE LOS
COMPUTADORES Y SU INTERACCION CON EL PH DE LA PIEL”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

Autor: FREDDY ANTONIO BARZOLA REYES

Tutor: Néstor Méndez, PhD

LA LIBERTAD-ECUADOR

2015

DEDICATORIA

En primera instancia este trabajo de investigación se lo dedico a mis padres quienes han sido la fuente de inspiración y fortaleza fundamental para cumplir con uno de mis sueños más anhelados.

A mi hermana que por medio de este quiero ser un ejemplo de superación y demostrarle que todo se puede en esta vida con esfuerzo y dedicación.

A mis abuelos que con sus sabios consejos me han servido mucho para seguir en este camino tan difícil.

Freddy Antonio Barzola Reyes

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a mi creador, Dios padre, que con sus pruebas de la vida mi ha ayudado a madurar y así poder seguir adelante cumpliendo mis metas.

A la Ing. Mónica Jaramillo por su incondicional y constante apoyo en esos momentos en que deseaba bajar los brazos y dejar todo.

Al Dr. Néstor Méndez por haber depositado su confianza, brindándome sus conocimientos para poder realizar mi tesis y así conseguir mi título profesional.

Freddy Antonio Barzola Reyes

CERTIFICACION GRAMATICAL Y ORTOGRAFICA

En mi calidad de Licenciado en la especialidad de Lengua y Literatura, luego de haber revisado y corregido la tesis “ Estudio experimental mediante un oxímetro de pulso, sobre la interacción de los campos electromagnéticos emitidos por un PC y los niveles de oxigenación del organismo del operador“, previo a la obtención del Título de INGENIERO EN ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES, egresado de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones, Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, HERRERA BANCHON EDISON JANIO, certifico que está habilitada con el correcto manejo del lenguaje, claridad en la expresión, coherencia en los conceptos, adecuado empleo de la sinonimia, corrección ortográfica y gramatical.

Es cuanto puedo decir en honor a la verdad.

La Libertad, 30 de Julio del 2015

Lcd.

.....

LICENCIADA EN LITERATURA Y PEDAGOGIA

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Walter Orozco Iguasnia, MSc.

Decano de la Facultad de
Sistemas y Telecomunicaciones

Ing. Washington Torres Guin, M Sc.

Director de Escuela de
Electrónica y Telecomunicaciones

Dr. Néstor Raúl Minhuey Méndez.
Profesor Tutor
Área

Profesor de

Ab Joe Espinoza Ayala
Secretario General - Procurador

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES

ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

“ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE LA EXPOSICIÓN A LOS CAMPOS ELECTROMAGNETICOS EMITIDOS POR EL MONITOR DE LOS COMPUTADORES Y SU INTERACCION CON EL PH DE LA PIEL”

Autor: Barzola Reyes Freddy Antonio

Tutor: PhD, Néstor Minhuey Méndez

RESUMEN

El presente trabajo de investigación experimental realizado en la Universidad Estala Península de Santa Elena sobre la exposición de los campos electromagnéticos emitidos por los monitores de los computadores implementa un sistema de monitoreo y medición del pH de la piel, de cómo esta reacciona al ser expuesta a la radiación del monitor de un computador, estas mediciones se llevaran a cabo en el campus universitario, teniendo como voluntarios a los estudiantes de la carrera de Informática, también se tomara en cuenta las altas y bajas frecuencias que existen en el laboratorio rigiéndonos de acuerdo a las normativas nacionales e internacionales de la ICNIRP.

Este proyecto se lo realizara exponiendo al operador a frecuencias de 60HZ emitidas por el monitor y por las condiciones ambientales del lugar en un tiempo limitado o agudo lo cual es recomendado por el ICNIRP, para ello se necesitaran los diferentes instrumentos o medidores de bajas y altas frecuencias, los cuales nos permitirán saber que tan altas son las radiaciones, medidor del pH de la piel, el cual ayuda a monitorear si existe alguna variación en la piel y los computadores del laboratorio #5 de la escuela de informática. Con los diferentes resultados obtenidos se realizara un análisis estadístico para luego ser comparados con las normativas nacionales e internacionales, para constatar si estos tienden a influenciar en el nivel del pH del operador, y saber si este tipo de radiación es perjudicial o no para la salud de los estudiantes, profesores del campus universitario.

Así llegando a una conclusión que teniendo los equipos apropiados y trabajando en un ambiente adecuado como lo son los laboratorios de UPSE no representan ningún peligro para la comunidad universitaria estar rodeado de este tipo de campos electromagnéticos o radiaciones no ionizantes ya que se encuentran muy por debajo de las normativas del ICNIRP.

INTRODUCCIÓN

En décadas pasadas no se tenía mucho conocimiento sobre los campos electromagnéticos (CEM), pero en estos últimos tiempos se han realizado a nivel mundial estudios más profundos sobre los mismos, por lo que se han creado varias normas y estándares internacionales para el control y uso correcto de las radiaciones no ionizantes (RNI), que van desde 0 a los 300GHz, y así tener un entorno saludable para el buen vivir.

En nuestro país Ecuador los CEM no han sido estudiados con una profundidad adecuada, por lo que se toma como referencia las normas elementales de (ICNIRP), lo cual para brindar salud y avalar su seguridad, tanto en el ambiente laboral como para la ciudadanía en general que se encuentra expuesto a los mismos.

En el país se han realizados estudios y análisis de los campos electromagnéticos emitidos por las televisoras, radiodifusoras y telefonías móviles, las cuales utilizan frecuencias entre los MHz hasta GHz, creando una preocupación en la población por los efectos que estos podrían causar en corto o en un largo plazo.

Por lo consiguiente, el presente estudio nos ayudara evaluar los valores obtenidos de las radiaciones electromagnéticas, emitidas por los monitores de los computadores y compararlos con las normativas internacionales de la ICNIRP, para verificar si estos afectan o alteran el pH de la piel.

Esta investigación se la ha dividido en 4 capítulos que se detallará a continuación:

En el capítulo 1 se habla del planteamiento del problema, de la situación actual que se está viviendo en el avance de las tecnologías, objetivo general y específicos de la investigación que se está llevando a cabo y los resultados que se espera obtener de la misma.

En el capítulo 2 se centrara en los antecedentes históricos del estudio de campos electromagnéticos, en sus estudios previos, fundamentos legales y sus bases teóricas.

En el capítulo 3 se encontrara los procesos que se siguieron para la recolección de los datos a analizar, los equipos que se utilizaron y los datos obtenidos.

En el capítulo 4 se observara el análisis de los resultados de los datos obtenidos con los parámetros permitidos a nivel internacional, también tendremos las conclusiones y recomendaciones del estudio realizado.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1 Marco referencial

El presente proyecto consiste en el estudio experimental de los campos electromagnéticos que irradian los monitores de los computadores, para su posterior análisis y comparación con los estándares nacionales e internacionales, y verificar si estos tienen algún efecto en el pH de la piel de las personas.

1.2 Planteamiento del problema

Los avances tecnológicos han llegado a ser una parte fundamental en nuestra vida cotidiana, por lo que se ha generado una polémica de cómo los campos electromagnéticos afectan en nuestro entorno y que efectos tienen en nuestra salud. Se han realizado varios estudios sobre los CEM en forma global los cuales han generado normativas y estándares de seguridad a nivel internacional.

Los cambios tecnológicos del último siglo han hecho a las personas dependientes de los equipos electrónicos, como los dispositivos móviles. Los seres humanos vivimos rodeados de equipos que utilizan la electricidad para su funcionamiento, estos equipos al usar la electricidad, también son fuentes de radiación que en frecuencia mínima y el alto uso de exposición causan daños en la salud de las personas.

1.3 Situación actual del problema

Hoy en día las personas dependemos de los equipos electrónicos, siendo parte de una sociedad, la gestión de la infraestructura y servicios que facilitan el trabajo del hombre, dependen de la energía eléctrica. La comunicación depende de los dispositivos que cada vez, son electrónicos y depende totalmente de una fuente de energía. Los mismos instrumentos producen radiación de alta y baja frecuencia, convertido en campo electromagnético que requiere un estudio minucioso para comprobar los efectos en las personas. Es evidente que pasar mucho tiempo frente a una computadora genera cambios en el comportamiento de las personas, es decir que el magnetismo que producen estos artículos afectan en un sentido a la salud.

En la carrera de electrónica de la UPSE hoy por hoy no se han realizados estudios sobre este tipo de problemática debido al desconocimiento del mismo, y gracias a este estudio ayudaremos a la comunidad a tener

conocimiento de los riesgos a los que están expuestos si no usan los computadores con moderación y en condiciones ambientales adecuadas.

La OMS (Organización mundial de la salud) recomienda que las personas que trabajen o pasen la mayor parte de su día frente a un computador, descansen unos minutos cada hora, para expulsar la radiación producida por el monitor, de allí, se investiga el efecto que puede producir en el pH de la piel, la cual depende del estilo de vida que lleve el individuo, y siendo el efecto electromagnético un factor que incide en las alteraciones del cuerpo.

1.4 Justificación

Actualmente no existen estudios sobre el impacto del electromagnetismo de los equipos de computación, en este caso los monitores, los cuales producen radiación y su efecto puede ser dañino para las personas, por lo cual no se tiene un conocimiento exacto si estos tienen algún efecto en el pH de la piel. Los avances tecnológicos han ocasionado que los monitores se desarrollen a través del tiempo, es decir no se puede definir el grado de perjuicio que producen para la salud en corto o largo plazo., debido a que el desarrollo de los equipos contiene diferentes componentes en su estructura.

El presente estudio busca recopilar información sobre los campos electromagnéticos irradiados por los monitores de los computadores del laboratorio, para poder determinar si estos alteran o no el pH de la piel de las personas que los utilizan mediante un monitoreo, comparándolos con las normativas y estándares establecidos a nivel internacional.

1.5 Objetivos

Para el cumplimiento de nuestros objetivos se va a tomar en cuenta las mediciones realizadas en tiempo real para luego compararlas con los parámetros internacionales.

1.5.1 Objetivo general

Estudio experimental sobre la exposición a los campos electromagnéticos emitidos por el monitor de los computadores y su interacción con el pH de la piel en los laboratorios de computación.

1.5.2 Objetivos específicos

- Determinar si los campos electromagnéticos de los monitores afectan el pH de la piel.
- Comparar los niveles de campos electromagnéticos obtenidos con los parámetros a nivel mundial.
- Comparar los niveles de pH de la piel de cada persona con los parámetros a nivel mundial.

1.6 Hipótesis

El estudio experimental sobre los campos electromagnéticos generados por los monitores de los computadores permitirá proponer recomendaciones para disminuir el efecto del mismo evitando la alteración en el pH de la piel.

1.7 Resultados esperados

- ✓ Obtener el pH de la piel de las personas voluntarias.
- ✓ Aplicación de los métodos estadísticos, para relacionar los valores variables encontrados en las mediciones.
- ✓ Manipular y analizar el medidor de pH de la piel.
- ✓ Establecer un protocolo para el uso adecuado de los monitores.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1 Históricos

Existen varias fuentes que producen campos electromagnéticos y que afectan a la salud de las personas. Los campos electromagnéticos son componentes artificiales que han conseguido un incremento significativo respecto al siglo anterior. Esta preocupación ha llegado a ser un factor relevante a tratar por la Organización Mundial de la Salud.

La Organización Mundial de la Salud, manifiesta lo siguiente: “El uso de gran magnitud que se le da a las fuentes de los campos electromagnéticos ha ocasionado que se genere una disputa referente a los efectos contrarios en la salud del ser humano”, lo cual indicará que los componentes afectan significativamente a la salud, y ha conseguido que los gobiernos consideren por medio de campañas para evitar el incremento de este factor contaminante.(OMS, 2005)

A partir del año 1997, la OMS propuso diferentes objetivos a través del Ministerio de Sanidad y Consumo, para la investigación de este problema de carácter mundial. El primer objetivo consistió en la evaluación de la evidencia científica sobre los efectos en la salud de los CEM (Componentes electromagnéticos). El segundo consiste en la Recomendación de Ministros de Sanidad de la Unión Europea (RCMSUE). Y el tercer objetivo consiste en la elaboración de las recomendaciones necesarias, a través del Ministerio de Sanidad y Consumo, de modo que se establezcan medidas oportunas y eficaces para el cuidado de la salud.(OMS, 2005)

En Alemania, el ingeniero EgonEckert realizó un estudio que la mayoría de los casos de muerte súbita de infantes se produce por encontrarse a una distancia no considerable en vías eléctricas, es decir cerca de torres de alta tensión, ondas de radiofrecuencia.

Otros estudios han demostrado malformaciones en hijos de trabajadores de líneas de alta tensión, provocando abortos y alteraciones en el momento de la gestación.

Existe una gran variedad de fenómenos electromagnéticos los cuales se estudian con facilidad si la energía no se asocia a las ondas, sino a “partículas elementales o fotones”. En la física, este aspecto se lo denomina dualidad de “onda partícula” de los componentes electromagnéticos.

2.1.2 Estudios previos

Ubeda y Vargas, realizaron un estudio en un comedor, dormitorios y sala de televisión, los resultados fueron 0.01-0.04 μT , es decir que el flujo magnético de un nivel muy bajo. El estudio también se realizó en oficinas, resultando que el uso de las computadoras, poseen un mayor nivel de exposición, superior a 0.08 μT . Además en los lugares donde se trabaja con materiales que usan la electricidad, existe un mayor nivel entre 0.7 y 0.9 μT .(Úbeda & Vargas, 2001)

La Universidad Nacional de Colombia, realizó un estudio para la comprobación de la exposición de los campos electromagnéticos en áreas pobladas de la ciudad de Bucaramanga, en un aeropuerto y en lugares donde están ubicadas varias emisoras radiales. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: 129.82dBnV/m de intensidad de campo como promedio, en el aeropuerto, el campo electromagnético resultó de 112.24dBuV/m como índice promedio. En los lugares donde se encuentran ubicadas las emisoras radiales el campo electromagnético fue de 139.95 dBuV/m como índice promedio.(UNC, 2007)

En la Universidad Nacional de Ingeniería de Perú, se realizó un estudio con el fin de medir los niveles de radiación de campos electromagnéticos producidos por monitores de computadoras, CPU y el sistema de aire acondicionado de las oficinas y laboratorios. Los resultados obtenidos no fueron muy relevantes respecto a la intensidad de la radiación, debido a los materiales que componen dichos elementos, los cuales impiden la salida de radiación y los niveles son bajos.(UNIP, 2009)

2.1.3 Fundamentos legales

Para el desarrollo de este proyecto, se consideraron varias comisiones y organismos que establecen normativas y políticas para cuidar el medio ambiente, respecto a las radiaciones vertidas por los componentes eléctricos.

2.1.3.1 La defensa que realiza la Delegación internacional a favor de las radiaciones ionizantes

Se basa en una organización independiente, encargada de brindar asesoría a los países, respecto a los riesgos que provoca las radiaciones de equipos electrónicos para la salud.

En 1974, la IRPA designó a un selecto equipo de trabajo que se dedique al tratamiento de las radiaciones no ionizantes, quienes evaluaron los efectos negativos los cuales se dan en el campo de la protección contra las (RNI). Quienes luego en año 1977 formó parte del principal Comité Evaluador de las INIRC.

La misma que fue reconocida formalmente por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual califica o analiza los estudios realizados a nivel mundial, profundizándose en las diversas publicaciones científicas, en la cual la ICNIRP crea directrices que establece límites de exposición recomendadas.

Esta organización establece índices promedios para considerar dentro de los estudios y sus consecuencias en un tiempo reducido, estas normativas son las siguientes:

Valor de Rango de frecuencias	Intensidad de (CE)	Intensidad de (CM)	Densidad de flujo magnético
	(Vm ⁻¹)	(Am ⁻¹)	(μT)
Hasta 1Hz	-	3.2x10 ⁴	4x10 ⁴
1-8Hz	10000	3.2x10 ⁴ /f ²	4x10 ⁴ /f ²
8-25Hz	10000	4000/f	5000/f
0.025-0.8kHz	250/f	4/f	5/f
0.8-3kHz	250/f	5	6.25
3-150kHz	87	5	6.25
0.15-1MHz	87	0.73/f	0.92/f

Tabla Nº.1.- Valor referencial basado en exposición poblacional a CE
Fuente:Datos ICNIRP

Muestra de Exposición	Categoría de frecuencia	Magnitud de CE (V/M)	Magnitud de CM H (A/M)	Concentración de flujo Magnético (μT)	Concentración de potencia de onda plana equivalentes S (W/M ²)
	3 - 65 kHz	610	24.4	30.7	-
	0.065 - 1 MHz	610	1.6 / f	2.0 / f	-
Ocupacional	1 - 10 MHz	610 / f	1.6 / f	2.0 / f	-
	10 - 400 MHz	61	0.16	0.2	10
	400 - 2000 MHz	3 f ^{1/2}	0.008 f ^{1/2}	0.01 f ^{1/2}	f / 40
	2 - 300 GHz	137	0.36	0.45	50
	3 - 150 kHz	87	5	6.25	-
	0.15 - 1 MHz	87	0.73 / f	0.92 / f	-
Publico general	1 - 10 MHz	87 / f ^{1/2}	0.73 / f	0.92 / f	-
	10 - 400 MHz	28	0.073	0.092	2
	400 - 2000 MHz	1.375 f ^{1/2}	0.0037 f ^{1/2}	0.0046 / f ^{1/2}	f / 200
	2 - 300 GHz	61	0.16	0.2	10

Tabla Nº 2.- Limitación básica para exposiciones a campos magnéticos y eléctricos de 60 HZ ELF.

Fuente: ICNIRP

Fuente	Exposición máxima de la población	
	CE (V/m)	(μ T)
Campos naturales	200	70 (CET)
Red eléctrica en casas lejanas a las líneas eléctricas	100	0,2
Red eléctrica	10.000	20
Trenes y tranvías eléctricos	300	50
Pantallas de televisión y computadora	10	0,7
	Exposición máxima de la población (W/m ²)	
Transmisores de televisión y radio	0,1	
Estaciones base de telefonía móvil	0,1	
Radares	0,2	
Hornos de microondas	0,5	

Tabla Nº 3 Limitantes para exposiciones a CE y CM en frecuencias hasta 10GHz

Fuente: Datos establecidos por ICNIRP

Unidad	Exposición límite en la población	
	Campo Eléctrico (V/m)	Concentración de flujo magnético(μ T)
Terrenos naturales	200	70(campo magnético terrestre)
Sistema Eléctrico en casas apartados a las líneas eléctricas	10000	0,2
Sistema Eléctrico en casas próximos a las líneas eléctricas	10000	20
Pantalla de TV y PC	10	0.7
	Exposición límite en la población (W/m ²)	
Emisiones de TV y radio	0.1	
Terminal base de telefonía móvil	0.1	
Radares	0.2	
Hornos microondas	0.5	

Tabla 4 Nivel de exposiciones en el domicilio y en el centro ambiental

Fuente: ICNIRP

2.1.3.2 Ministerio del ambiente del Ecuador

El Ministerio del Ambiente establece normativas técnicas ambientales para la prevención y control de la contaminación ambiental dentro del país respecto al servicio de energía eléctrica, las telecomunicaciones y el servicio de transporte aéreo y fluvial. Este ministerio se basa en las normativas generales establecidas por la delegación mundial para proteger las radiaciones ionizantes, y se basa en la Gestión que realiza el Ministerio del ambiente el cual ordena lo siguiente normativas para las radiaciones electromagnéticas como medidas de seguridad para el bienestar de las personas, al trabajar o vivir en un lugar rodeado de equipos eléctricos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Historia de los campos electromagnéticos

A lo largo de la historia los campos magnéticos se han caracterizado por su rápido crecimiento a nivel mundial, los investigadores obtienen resultados veraces respecto a las causas de este fenómeno que ocasiona perjuicios a la salud cuando su nivel es muy alto en el entorno donde se relacionan las personas.

La producción de campos electromagnéticos surgió en Italia en el año 1800, cuando Volta Alessandro inventó la batería eléctrica. En el año 1820, se descubrió el campo electromagnético a través de un alambre conductor de electricidad, por el físico Irlandés Oersted Hans, al descubrir por accidente que un alambre que conduce corriente eléctrica produce electromagnetismo. Posterior a esto se creó el electroimán, o conocido comúnmente como imán, mediante la magnetización del hierro, esto gracias al descubridor Joseph Henry.

La estructura de los motores de los taladros y tornos, está basada en electroimanes, en el año 1821, se utilizaban con baterías muy grandes, que a su vez eran inaccesibles para todos por su valor alto costo. En el año 1861, se creó el primer generador eléctrico, que podía transformar la energía eléctrica de alto voltaje, capaz de producir energía continua, el desarrollo de la energía dio apertura la creación de equipos de todo tipo que usan la energía eléctrica para su funcionamiento.

Hernández & Prieto, realizaron estudios para la comprobación de las ondas que se producen en los campos electromagnéticos originados por los componentes electrónicos que rodean a las personas. A éste fenómeno se lo conoce como ondas herzianas, que se desplazan por el ambiente o entorno sin necesidad de cables o conductores de energía. Para el estudio de los campos analizaremos varios conceptos para su entendimiento o mejor comprensión desde términos básicos como la energía eléctrica.(Hernández & Prieto, 2007)

2.2.2 Energía eléctrica

Carito, afirma que: “La energía eléctrica se produce por el movimiento de cargas eléctricas, específicamente electrones (cargas negativas que giran alrededor del núcleo de los átomos) a través de un cable conductor”. La energía eléctrica sirve para el funcionamiento de la mayoría de los equipos, implementos, herramientas, electrodomésticos, etc. Esta se obtiene a través de centrales productoras de energía, como las hidroeléctricas.(Carito, 2012)

En la provincia de Santa Elena la institución encargada de abastecer del servicio eléctrico a todos los sectores es CNEL, Corporación Nacional de Electricidad.

2.2.3 Campo eléctrico

Valdés A., afirma que: “El campo eléctrico es un campo físico que es representado mediante un modelo que describe la interacción entre cuerpos y sistemas con propiedades de naturaleza eléctrica”, es decir que la interacción entre dos o más componentes que funcionen con electricidad o tengan naturaleza eléctrica produce efectos en el entorno donde se encuentran.(Valdés, 2014)

Las fuerzas eléctricas varían de acuerdo al voltaje del componente que las produce o transporta la electricidad, los campos eléctricos siempre están presentes cuando un equipo eléctrico está encendido e incluso apagado.

2.2.3.1 Características de un campo eléctrico

Existen tres características principales de los campos eléctricos, mencionadas a continuación:

- ✓ Los campos eléctricos se originan mediante cargas estáticas que disminuyen de acuerdo al cuadrado de la distancia de la carga.
- ✓ Los campos eléctricos son causados por objetos eléctricos en movimiento.
- ✓ Cuando existen dos cargas iguales, estas se resisten, es decir que los lados opuestos se atraen, como por ejemplo un imán.(Sánchez, 2014)

2.2.4 Frecuencia

Olmo N., define lo siguiente: “Frecuencia se define como la máxima cantidad de es una medición de una cantidad de duplicas en el tiempo establecido, el cual se basa en la cantidad de fenómenos, desde movimientos ondulatorios y la generación de lógicas matemáticas que aparecen en los CEM, además existe un sistema internacional de unidades de medición de frecuencias, la unidad básica es conocida como hertzio (ciclo por segundo), en muchos casos, suele existir una cantidad muy grande de hertzios, y se mide con múltiplos equivalentes a la unidad básica, transformándose en las siguientes:(Olmo, 2011)

Abreviatura	Múltiplo	Hertzios
Hz	Hertzios	1 Hz
Khz	Kilohertzios	1000 Hz
Mhz	Megahertzios	1000000 Hz
Ghz	Gigahertzios	1000000000 Hz
Thz	Terahertzios	1000000000000 Hz

Tabla Nº 2.- Referencias para exposiciónCEa una frecuencia industrial de 60Hz

Fuente: Adaptación del Autor

2.2.5 Campo magnético

Según Cabrera R., el campo magnético “Se trata de un campo que ejerce fuerzas (denominadas magnéticas) sobre los materiales”, un ejemplo claro lo comprobamos con un imán y una brújula, la atracción que ejerce el imán se denomina campo magnético, este fenómeno se lo puede expresar mediante un gráfico llamado espectro basado en líneas curvas.(Cabrera, 2014)

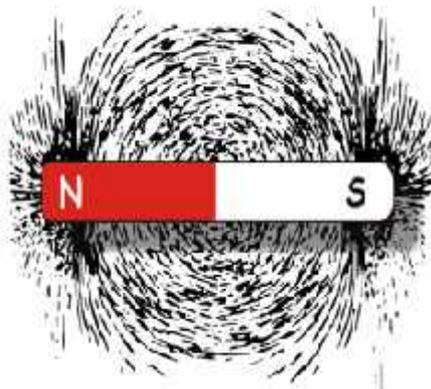


Ilustración N° 1.- Graficación del campo magnético

Es muy importante conocer las fuentes que producen campos magnéticos, entre ellas está el magnetismo que produce el ambiente, siendo un escudo que nos protege de las radiaciones y lluvia de partículas dañinas para la salud. El lugar donde se encuentran atrapadas estas partículas es una capa atmosférica denominada ionósfera. Algunas aves se orientan en sus vuelos por el magnetismo terrestre, es decir que estos animales detectan los campos magnéticos.

Científicamente, el campo magnético es vectorial, es decir posee intensidad, dirección y sentido, dependiendo de los factores que lo rodean y se representa de la siguiente manera:

$$\vec{B}$$

2.2.5.1 Campos estáticos

Los campos magnéticos estáticos, son aquello que no presentan variación, por lo tanto no poseen una frecuencia definida, es decir de 0 Hz, por ejemplo los talleres de soldadura y aluminio, escáneres de resonancia en los hospitales, los cuales producen campos magnéticos estáticos, el fin de la producción de componentes eléctricos es crear

campos artificiales que no perjudique a la salud de las personas. La tendencia de la tecnología actual es que produzcan campos estáticos, como los tomógrafos, las cuales sirven para obtener imágenes tridimensionales del cuerpo, a partir de la producción de campos magnéticos estáticos.

2.2.6 Campo electromagnético

EcuRed, manifiesta que los campos electromagnéticos son: “Combinación de campos de fuerza eléctricos y magnéticos invisibles. El origen de las variaciones de voltaje es el eje principal de los campos entre más elevado sea el voltaje, más fuerte será el campo que resulta”, por lo tanto, las personas vivimos rodeadas del electromagnetismo con su radiación mayor o menor dependiendo de la fuente que produzca el campo electromagnético.(EcuRed, 2009)

Para estudiar los efectos biológicos y los posibles daños de la radiación electromagnética, se deben revisar algunos aspectos de la física básica de las ondas electromagnéticas. En la ilustración 2, se muestra esquemáticamente que la radiación electromagnética se compone de ondas transversales que se propagan perpendicularmente a la dirección de oscilación de los campos eléctricos y magnéticos.

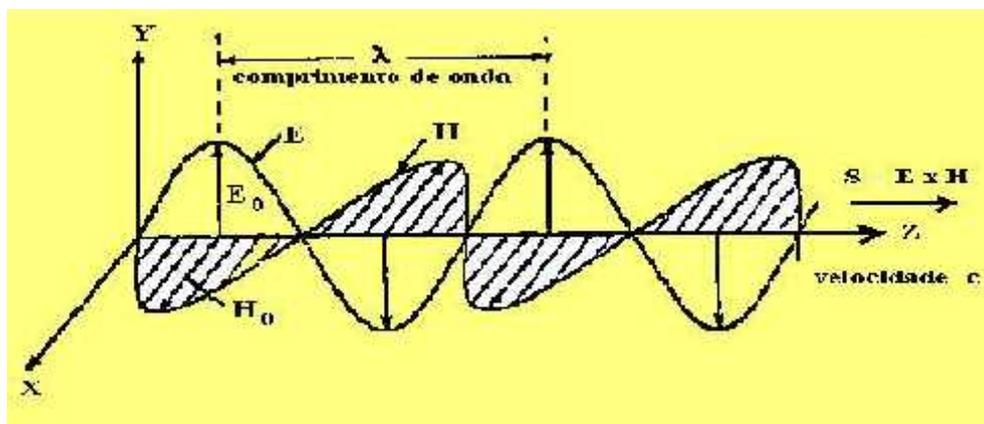


Ilustración 2. esquema de la onda electromagnética

2.2.6.1 Tipos de campos electromagnéticos

Existen dos tipos de campos electromagnéticos, los campos producidos por la naturaleza y los campos producidos por medio de fuentes artificiales. Dentro del medio ambiente se producen campos electromagnéticos naturales, por ejemplo las descargas eléctricas producidas por una tormenta y efectos en la atmósfera. En una tormenta eléctrica el campo estático natural alcanza valores hasta 20kV/m.(García, 2005).

El planeta tierra es un ejemplo claro de campo electromagnético natural el cual es uno de los más importantes, ya que ayuda para la orientación con brújula, aves y peces.



Ilustración N° 3.- Campos electromagnéticos naturales

Fuente: Google imagen.

Los campos electromagnéticos artificiales son producidos por los equipos que funcionan con energía eléctrica, cada uno produce un campo de diferente nivel, muy bajo y alto, como por ejemplo, los Rayos X y el Tomógrafo producen un alto nivel de radiación, los cables de la corriente eléctrica producen un nivel muy bajo de electromagnetismo.



Ilustración N° 4.- Campos electromagnéticos artificiales

Fuente: Google images.

2.2.6.2 Clasificación de los campos electromagnéticos

Los CEM se clasifican por la energía y por el objeto que los produce, según la energía, son de dos tipos:

- ✓ Radiaciones Ionizantes: Este tipo de radiaciones son provocadas por emisiones de una frecuencia elevada, la alta frecuencia puede ocasionar daños en la salud como también producir efectos en beneficio de algún objeto.
- ✓ Radiaciones no Ionizantes: Las emisiones no ionizantes son bajas, no producen altas radiaciones, como los teléfonos celulares.

Según el objeto que lo produce:

2.2.6.3 CEM inferiores a frecuencias de 3KHz(0Hz $f < 3$ kHz):

- ✓ Campos estáticos: Equipos de resonancia magnética para uso de la medicina y laboratorios de experimentos, las cuales producen 0 Hz.

- ✓ Campos de baja frecuencia entre 30 Hz $f < 300$ Hz: Cableado de alta tensión y electrodomésticos.
- ✓ Campos de frecuencia entre 300 Hz y 3 KHz: Cocinas de inducción y antenas de emisoras radiales.



Ilustración N° 5.- Campos electromagnéticos de baja frecuencia

Artefactos Domésticos	Magnitud CE (V/m)
Radio Receptor	180
Plancha	120
Nevera	120
Mezcladora	100
Tostador	80
Secador de cabello	80
Televisión	60
Estafermo eléctrica	60
Aspirador	50
Microondas	8
Lámpara	5
Valor Limite sugerido	5000

Tabla 4Electrodomésticos y sus magnitudes

Fuente:ICNIRP

Artefactos	Distancia de 3 cm (μT)	Distancia de 30 cm (μT)	Distancia de 1 m (μT)
Secador de cabello	6 2000	0.01 7	0.01 0.03
Afeitadora	15 1500	0.08 9	0.01 0.03
Aspirador	200 800	2 20	0.13 2
Lámpara	40 400	0.5 2	0.02 0.25
Microondas	73 200	4 8	0.25 0.6
Equipo de radio	16 56	1	0.01
Tostador	1 50	0.15 0.5	0.01 0.04
Lavadero	0.8 50	0.15 3	0.01 0.15
Plancha	8 30	0.12 0.3	0.01 0.03
Escoria	3.5 20	0.6 3	0.07 0.3
PC	0.5 30	0.01	
Nevera	0.5 1.7	0.01 0,25	0.01
Televisión	2.5 50	0.04 2	0.01 0.15

Tabla 5 Sugerencias de la ICNIRP

2.2.6.4 CEM superiores a frecuencias de 3KHz (3 KHz $f < 300\text{GHz}$)

- ✓ Campos desde 3 KHz a 30 KHz: Antenas de radiodifusión, monitores de computadoras y sistemas antirrobo.
- ✓ Campos desde 30 KHz a 300 KHz: Monitores y pantallas, antenas de radio, aeronáutica, GPS.
- ✓ Desde 300 KHz a 3 MHz: Termoselladores, frecuencia de radio AM, radioteléfonos utilizados en la navegación marítima.
- ✓ Campos desde 3 MHz a 30 MHz: Aparatos para cirugía, sistemas antirrobo y antenas de radioaficionados.
- ✓ Campos desde 30 MHz a 300 MHz: Antenas de radio, antenas de televisión, sistema antirrobo.
- ✓ Campos desde 300 MHz a 3 GHz: Teléfonos celulares, antenas de operadoras telefonía móvil.
- ✓ Campos desde 3 GHz a 30 GHz: antenas de satélite para la comunicación, radares, enlaces vía microonda.

- ✓ Campos desde 30 GHz a 300 GHz: Antenas de radionavegación, radiodifusión y radares.

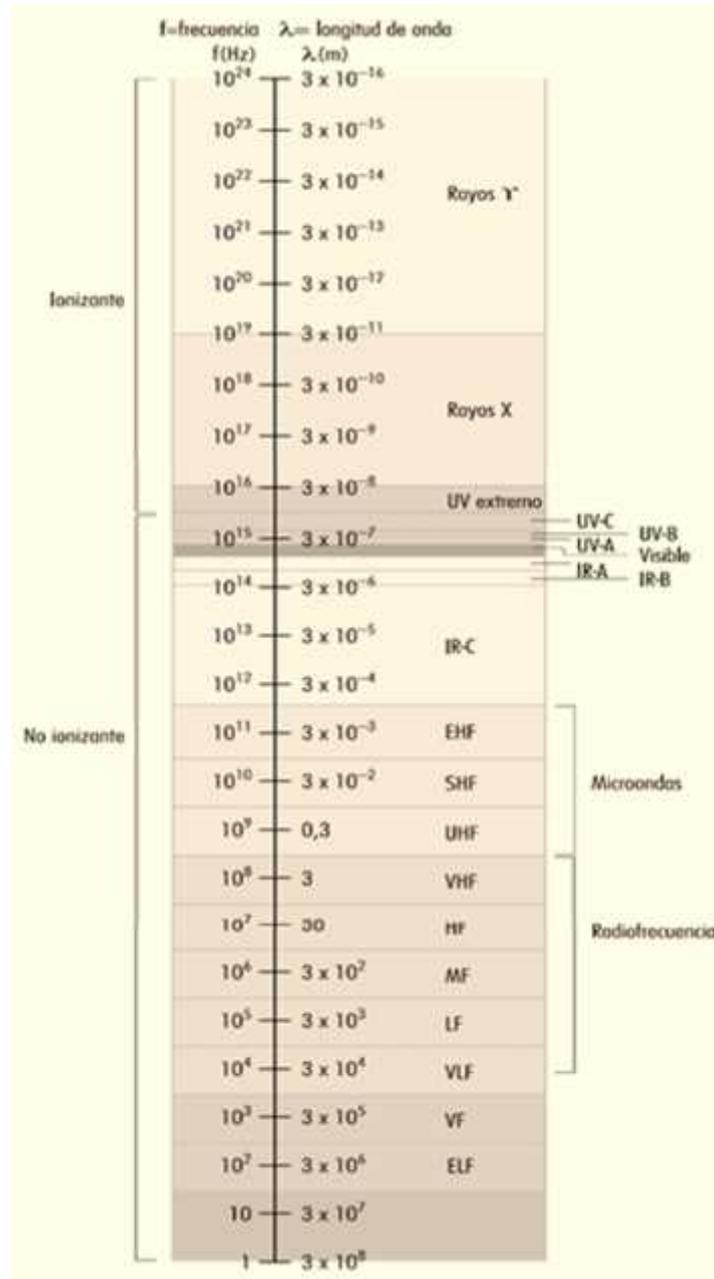


Ilustración N° 6.- Tipos de radiaciones de los campos electromagnéticos

2.2.6.5 Radiaciones ionizantes

Las radiaciones ionizantes son ondas de frecuencias extremadamente grandes como por ejemplo los **rayos x** o rayos Gama, los cuales contienen energía fotónica la cual sirve para ionizar, es decir modifica o altera las moléculas de cargas positivas o negativas, lo cual produce una ruptura de los átomos y así afectar a los tejidos. (Donnewal, 2009)

El grado de competitividad presenta las limitantes permitidas para las personas que son expuestas, quienes deben tener un dosímetro personal con la finalidad de validar el proceso de la exposición

Hay que destacar que el personal que desarrolle sus funciones dentro de áreas reactivas o que a su vez en lugares donde se emane radiaciones, deben estar autorizados, ya que son áreas que poseen estrictas normas de seguridad y no deben ser alteradas.

2.2.6.6 Radiaciones no Ionizantes RNI

Las personas estamos rodeadas de campos electromagnéticos, desde los niveles altos como los rayos x, usados en la medicina y de bajos niveles como los equipos que usamos diariamente como la televisión, lavadora, refrigeradora, etc. Las radiaciones no ionizantes comprenden todas las radiaciones y los campos del espectro electromagnético que no poseen la cantidad de energía para ionizar la materia. Este tipo de radiación interactúa en el sistema biológico de los seres vivos que puede en un sentido, causar daño a la salud. (Klave, 2012)

2.2.7 Exposición de hombre ante los campos electromagnéticos

El avance de la tecnología ha ocasionado el aumento de la radiación de los objetos que producen campos electromagnéticos, los cuales dependen en su totalidad de la electricidad, exponiendo al ambiente y a los seres vivos a sus altas frecuencias. Los seres humanos estamos

expuestos todos los días en el entorno eléctrico, los equipos de oficina, los electrodomésticos del hogar hasta los equipos industriales, además de los dispositivos móviles y las frecuencias de radio.

El cuerpo humano produce corrientes eléctricas de bajo nivel, como por ejemplo los nervios, el cerebro, el corazón, los cuales se detectan mediante electrocardiogramas, los campos eléctricos de frecuencia baja estimulan los nervios y músculos, e incluso puede afectar a otros procesos de la bioquímica del hombre por su exposición prolongada. Científicos investigan el efecto a largo plazo que producen los campos electromagnéticos en la salud de las personas, debido a un uso o exposición de objetos que producen frecuencias bajas.

2.2.8 Los estudios de los efectos que han causado los CEM y las RNI en los seres humanos: efectos biológicos

La electricidad está en todos lados, cada transmisor de esta energía produce campos electromagnéticos, las personas no podemos evitar no estar en contacto o expuestos a estas radiaciones. Existen varios efectos que producen en la salud, en casos afecta al tejido cerebral como son los dispositivos móviles. Los campos de baja frecuencia afectan al organismo con corrientes circulantes en el cuerpo que depende de la intensidad del campo producido, estas estimulan al sistema nervioso y muscular, incluyendo algunos procesos biológicos.

Los seres vivos estamos adaptados para los diferentes cambios que produce la naturaleza, y las tecnologías que se han desarrollado, sin embargo hay ocasiones en que el cuerpo no puede soportar las radiaciones produciendo efectos biológicos, que ponen en riesgo a la salud. Según estudios, la exposición a radiaciones de campos electromagnéticos de baja frecuencia en cortos periodos no produce cambios o alteraciones en la salud, no obstante, organismo internaciones

rigen o regulan estas actividades para evitar la exposición a altas frecuencias, que afectan perjudicialmente si no son controladas.

No se descarta que las radiaciones no ionizantes a largo plazo no afectan a la salud, los estudios están en desarrollo para determinar las posibles consecuencias de la exposición de las personas a campos de radiaciones electromagnéticas de baja frecuencia, como los equipos de computación, televisores, lavadoras, licuadoras, etc.

2.2.8.1 Cáncer

En el transcurso del tiempo se han realizado varios estudios epidemiológicos sobre la leucemia infantil, y se ha encontrado que por lo general se da en personas que viven cerca de los tendidos de alta tensión tienden a indicar un aumento a este tipo de riesgo.

Varios estudios han demostrado que si existe una reacción a este tipo de radiación, aunque aún no son muy claras las características de este tipo de exposición. (radiación no ionizante, 2010)

2.2.8.2. Efectos térmicos

Por lo general todas las radiaciones producen un efecto térmico, los cuales se han estudiado por muchos años y los resultados de los campos electromagnéticos son relativamente bien conocidos.

Estos efectos son causados por el calentamiento de los tejidos al recibir directamente una radiación.

2.2.8.3 Efectos no térmicos

Estos efectos se los conoce como bioquímicos y electrofisiológicos generados por los CEM inducidos, algunos de estos efectos incluyen efectos en nuestro sistema nervioso, cardiovascular e inmunológico.

2.2.9 Monitores de computadoras

Los monitores emiten radiaciones ionizantes que afecta a las personas que pasan horas frente a una pantalla, esta exposición varía dependiendo de la distancia que se encuentre la persona de la pantalla. Es necesario que las personas que trabajan horas frente a un computador descansen por unos minutos cada hora para descargar la energía estática acumulada en sus cuerpos.

El avance de las microcomputadoras ha cambiado significativamente la manera de trabajar, los negocios y la vida en la sociedad moderna. Debido a que los monitores de TV de vídeo (VM) utiliza un tubo de rayos catódicos en el que los electrones son acelerados contra la pantalla, y durante la proyección de imagen, estos electrones son desviados por los campos eléctricos y magnéticos que desvían el haz de izquierda a derecha y de arriba a abajo. Por lo cual, dependiendo de la calidad de vídeo, se genera de 500 a 1000 líneas a una velocidad de 15.000 por segundo. A medida que más y más usuarios cada año el uso de monitores, es natural a cuestionar los efectos en la salud, derivados de las radiaciones no ionizantes en el mismo.(Elbern)

2.2.10pH

Ph significa “Potencial de Hidrógeno”, que se refiere a la medida de la acidez o la alcalinidad de una sustancia. Los ácidos tienen una forma de medirlos, mediante la concentración de iones de hidrógeno. Existen diferentes tipos de ácidos, fuertes y débiles como el ácido sulfúrico y el ácido bórico, respectivamente. Para determinar un pH en valor numérico, es necesario establecer una escala única, los valores dentro de esta escala se llaman medidas de pH. A continuación en la ilustración 2.5 se muestra la escala para medir el pH:

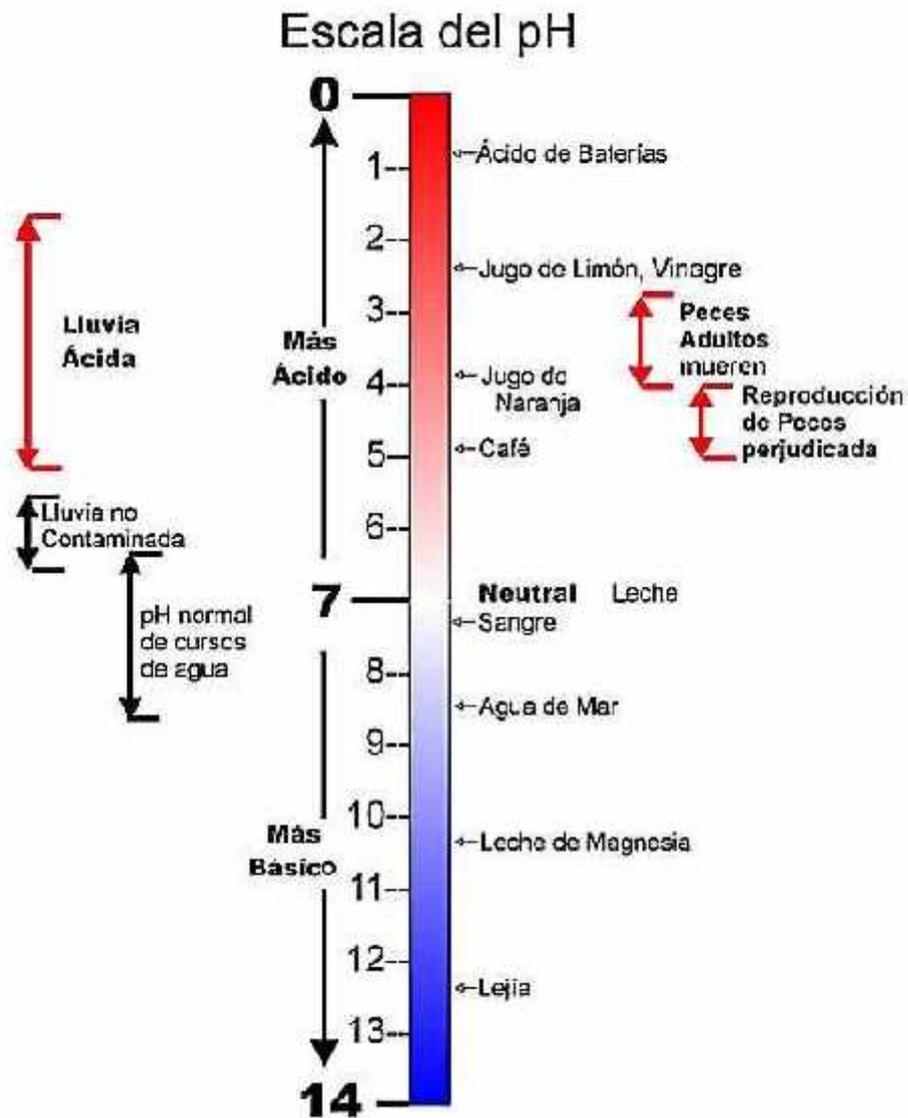


Ilustración N° 7.- Escala para medir el pH

Como muestra la ilustración 7, la escala para medir el pH está comprendida en 14 unidades, 0 que es la acidez máxima y 14 que es la acidez mínima, es decir que el valor promedio para el pH en la piel es de 7, que es un valor neutral.

2.2.10.1 pH de la piel

La piel es una de las partes importantes del ser humano por lo que contiene sensibilidad, para ello es necesario medir el pH para conocer qué productos de higiene o belleza son los más recomendados para el buen cuidado. Cada persona tiene diferente tipo de piel, por lo que reaccionan de distintas maneras, unas más sensibles que otras. En este sentido el pH de alguna sustancia contiene un grado de hidrógeno para influir en la piel y no ocasione daño alguno.

2.2.10.2 Valores normales del pH para la piel

La piel contiene un pH que varía entre 4.5 a 5.9, el Ph de la piel, que produce una capa denominada hipodermis, ubicada entre la epidermis y la endodermis de la piel. La hipodermis es la parte encargada de proteger y lubricar la piel, con el propósito que no sea dañado por bacteria alguna. Las mujeres tienen un pH de 5 y el hombre de 4.8. El pH varía en las diferentes zonas del cuerpo.

Existen diferentes métodos para medir el pH de la piel, como por ejemplo pruebas de saliva y orina en papel de pH. El valor ideal en los seres humanos es de 7.35 y 7.5, este factor se ve afectado por varias actitudes en la vida diaria, como llevar una vida sedentaria, no comer frutas y vegetales, comer mucha azúcar en sustancias contenedoras, falta de ejercicio, mucho estrés. Un pH ácido causa nerviosismo, ser irritables, insomnio. Dolor de cabeza, dolor de brazos y piernas, mala digestión, se puede obtener hongos en la piel con facilidad, por lo que es necesario tomar medidas para evitar estos síntomas.

2.3 Variables

2.3.1 Variable independiente

Campos electromagnéticos emitidos por el monitor de los computadores.

2.3.2 Variable dependiente

Interacción con el pH de la piel.

2.4 Métodos e instrumentos de investigación

2.4.1 Tipos de investigación

La investigación se basa en el estudio experimental y de carácter descriptivo.

2.4.1.2 Estudios de campo

Se realizó un monitoreo electromagnético en los laboratorios y salas de computación de la Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, mediante el uso de equipos de medición electromagnética.

2.4.2 En el procesamiento de información

Va a definir la relación existente entre los CEM y los niveles referenciales de las normas mundiales, el cual se va dando al momento de procesar los datos obtenidos en las técnicas de evaluación de medición de CEM.

2.4.3 Instrumentos utilizados

- Medidor de campos electromagnéticos y analizador de espectro Aaronia.
- Laptop
- MCS Spectrum Analyzer Software.

- Programas estadísticos.
- Campo, se utilizaron las herramientas anteriormente mencionadas para la recolección de información en las salas de computación de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Descriptivo, se utilizó para la descripción del problema, datos que proporcionen un panorama amplio de las variables a investigar para la construcción de los conceptos técnicos y teóricos.

2.4.4 Métodos de la investigación

Para el desarrollo del proyecto de investigación se usarán los siguientes métodos:

Científico – Observación: Éste método se utilizó para recolectar información que ayudó a definir las conceptualizaciones necesarias para los criterios para las variables, que contiene datos técnicos y teóricos para formulación de la hipótesis respecto a la las radiaciones de campos electromagnéticos y su influencia en el pH de la piel de las personas.

Inductivo-Deductivo: Éste método se utilizó para la identificación y observación de los resultados que se definición de conclusiones para el cumplimiento de los requerimientos de las autoridades u organizamos competentes.

Analítico: Éste método se utilizó para la evaluación y verificación de las radiaciones no ionizantes para brindar las recomendaciones oportunas respecto a los resultados de la investigación realizada.

2.4.1.1 Bibliográfica

Se procede a investigar fuentes bibliográficas en libros, revistas, blogs y páginas web respecto a las variables del estudio, los campos electromagnéticos producidos por los monitores de los computadores y su efecto en el pH de la piel de las personas.

2.5 Términos básicos

ICNIRP: Comisión Internacional sobre No Ionizante Protección Radiológica

IRPA: Asociación Internacional para la protección contra la Radiación

OMS: Organización Mundial de la Salud

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones

VLf: Frecuencia muy baja

LF: Baja frecuencia

HF: Alta frecuencia

VHF: Muy alta frecuencia

UHF: Ultra alta frecuencia

SHF: Súper alta frecuencia

EHF: Extremadamente alta frecuencia

RF: Radio frecuencia

MO: Radiaciones microondas

UV: Radiaciones ultravioleta

FM: Frecuencia modulada

AM: Amplitud modulada

Hz: Hertz

KHz: Kilo Hertz

MHz: Mega Hertz

GHz: Giga Hertz

CAPÍTULO III

ANÁLISIS

3. ANÁLISIS

En el presente capítulo se exponen las metodologías, técnicas y procedimientos utilizados para la recolección de datos importantes que permitirán el desarrollo de la investigación sobre la exposición a los CEM emitidos por el monitor de los computadores y su interacción con el PH de la piel, de esta forma, ser comparados con los parámetros establecidos a nivel mundial y determinar si los CEM producidos por los monitores afectan el PH en la piel de las personas expuestas a los mismos.

3.1. DIAGRAMA DE PROCESOS

3.1.1. Descripción funcional de los procesos

Para la ejecución del estudio experimental sobre la exposición a los campos electromagnéticos emitidos por el monitor de los computadores en los laboratorios de computación de la UPSE, el proceso metodológico se basó en los pasos descritos a continuación:

Paso 1: Identificación y definición del área de estudio.

Se establece como área de estudio el laboratorio de informática n° 5, ya que cumple con requisitos indispensables, como la presencia de equipos de cómputo, y que frecuentemente es utilizado por docentes y estudiantes. Dadas estas condiciones, la recolección de datos en esta área representa factibilidad para la construcción de esta investigación.



Ilustración N° 8.- Laboratorio n°5 de Informática, FACSISTEL.

Paso 2: Establecer el tipo de estudio

La modalidad de estudio que se establece para la presente investigación es la de campo, puesto que, las mediciones para obtener los niveles de PH en la piel se realizan en individuos dentro de situaciones reales en el laboratorio de informática n°5 de la UPSE, y no se basan en supuestos casos.

Además, la investigación experimental, porque los resultados obtenidos mediante la manipulación de las variables de estudio y ciertos factores que inciden directamente en las mediciones del nivel de PH en la piel, o en los niveles de radiación del campo electromagnético de los monitores sí son considerados para su posterior análisis.

Todo dato obtenido, ya sea el nivel de PH, o el nivel de campo electromagnético, mensurado con el equipo respectivo, se somete al análisis estadístico, cuantificación, comparación y almacenamiento, esto como fase importante del estudio, requiere de una investigación cuantitativa.

Se establece entonces un tipo de estudio combinatorio para la recolección de datos sobre la exposición a los campos electromagnéticos emitidos por el monitor de los computadores y su interacción con el pH de la piel en los laboratorios de computación, es decir, hace presencia la investigación descriptiva, experimental, de

campo, y cuantitativa, con el fin de lograr un mejor alcance en el tratamiento de la información recabada.

Paso 3: Definir población y muestra.

La población a la que se enfoca la presente investigación son los estudiantes de UPSE, de la Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones, mientras que, para delimitar el número de sujetos donde se realizaron las mediciones del PH en la piel se empleó el muestreo no probabilístico, en base al criterio, experiencia, y conocimiento del investigador, llegando a un número de 25 estudiantes de los que se tomaran las muestras.



Ilustración Nº 9.Estudiantes seleccionados para la toma de muestras de pH en la piel.

Fuente: Autor

Paso4: Partes a monitorear.

Establecido el laboratorio n°5 de informática de la UPSE como área de estudio, se procede a la medición en altas y bajas frecuencias del ambiente electromagnético del laboratorio n°5 de informática de la UPSE, en condiciones reales y en base a la normativa sobre exposición aguda de la Comisión Internacional sobre Protección Frente a Radiaciones No Ionizantes, para conocer el nivel de radiación al que se exponen las personas de donde se tomaran las muestras.

También, se establecen las partes en donde se realizarán las mediciones del nivel de PH en la piel de los individuos que fueron elegidos en el muestreo, para esto, se utilizó la observación como método de estudio, y se identificó la zona interna del antebrazo como la más apropiada para llevar a cabo este proceso debido a ser la zona que se encuentra próxima al monitor del computador.

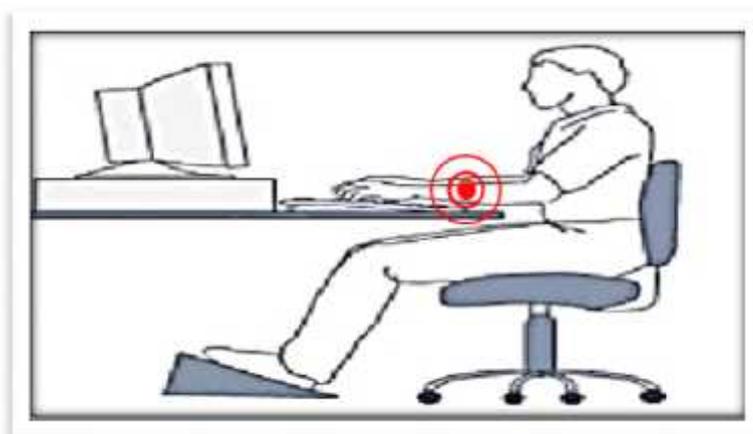


Ilustración Nº 10. Zona del antebrazo seleccionada para la medición del pH en la piel.

Fuente: Autor

Paso 5: Toma de muestras en los antebrazos de las personas.

El monitoreo se lleva a cabo mientras las personas elegidas en el muestreo se encuentren frente a un computador, de esta forma, se adquieran de manera conjunta y en condiciones iguales los datos mensurados del PH en la piel del antebrazo, y el nivel de exposición a CEM (Campos Electromagnéticos) producidos por el monitor del computador.

La información que se obtiene en esta fase mediante el uso del equipo medidor de pH y temperatura digital para la Piel HANNA (HI 99181) aportara con información indispensable para el presente estudio, donde deben ser considerados los distintos escenarios en el que se desarrolla el fenómeno a estudiar, por esto, se realiza la toma de muestras de niveles de PH en la piel, y el nivel de exposición a CEM (Campos Electromagnéticos en dos casos:

- Primer caso (C.1)

En el laboratorio n°5 de informática, se procede a la adquisición de datos del nivel de PH en la piel del antebrazo, sin exposición a CEM, es decir con los monitores apagados y en condiciones normales de temperaturas.



Ilustración 11. Exposición con el monitor apagado

- Segundo caso (C.2)

Para este caso, se procede a la adquisición de datos del nivel de PH en la piel del antebrazo, sometido exposición a CEM, es decir con los monitores encendidos.



Ilustración 12. Exposición con el monitor encendido.

La medición del ambiente electromagnético en el laboratorio n°5 de informática se llevó a cabo usando los equipos de medición AARONIA SPECTRAN NF-5035 y el SRM-3006NARDA para adquisición de frecuencias bajas y altas respectivamente.



Ilustración N° 13 Medición del ambiente electromagnético, equipo SRM-3006 NARDA.

Fuente: Autor

El proceso de la adquisición de datos del nivel de pH en la piel del antebrazo para los 2 casos definidos, se realiza de forma ordenada con un tiempo de exposición para cada situación igual a 6 minutos en base a la normativa sobre exposición aguda de la Comisión Internacional sobre Protección Frente a Radiaciones No Ionizantes, tal como se muestra a continuación:

- Primer caso (C.1), monitores apagados.



Ilustración N° 14 Medición del nivel de pH en la piel, sin exposición a CEM.
Fuente: Autor

- Segundo caso (C.2), monitores encendidos.



Ilustración N° 15 Medición del nivel de pH en la piel, sometido a exposición de CEM.

Fuente: Autor

3.1.2. Configuración del software de medición

En esta etapa podemos realizar las mediciones del CEM en altas frecuencias, pero para esto primero debemos configurar el medidor de frecuencias para tener unos óptimos resultados.

Pasos a seguir para la configuración del software y el medidor de frecuencias:

- **Primero:** se instala el software y luego se conecta el computador el SPECTRAN -5035 (Aaronia).

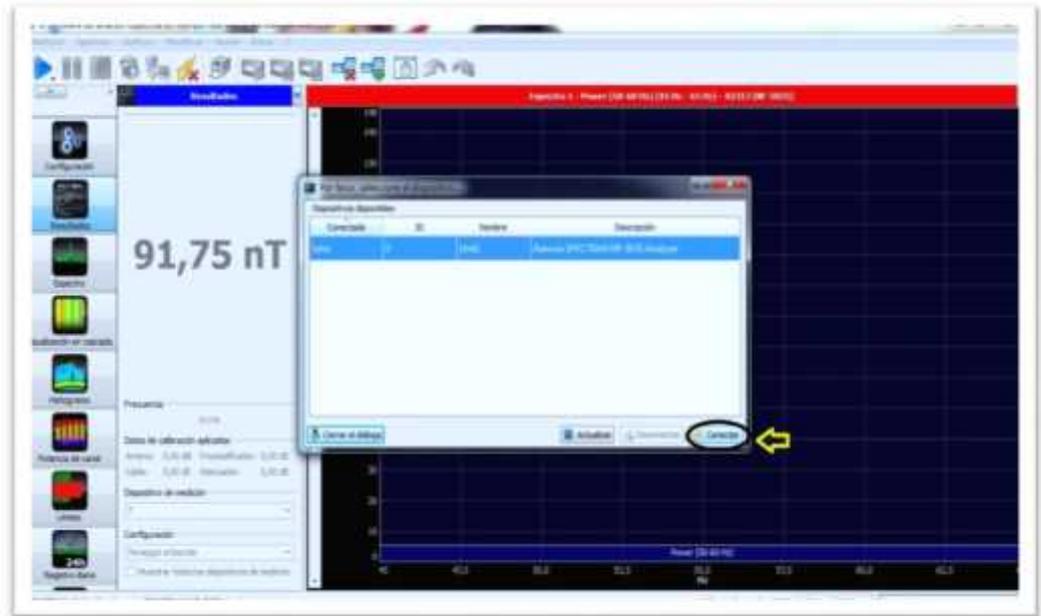


Ilustración N° 16 conexión entre el computador y el SPECTRAN

- **Segundo:** se enciende el SPECTRAN y se verifica que exista la comunicación entre el computador y el medidor de frecuencias.

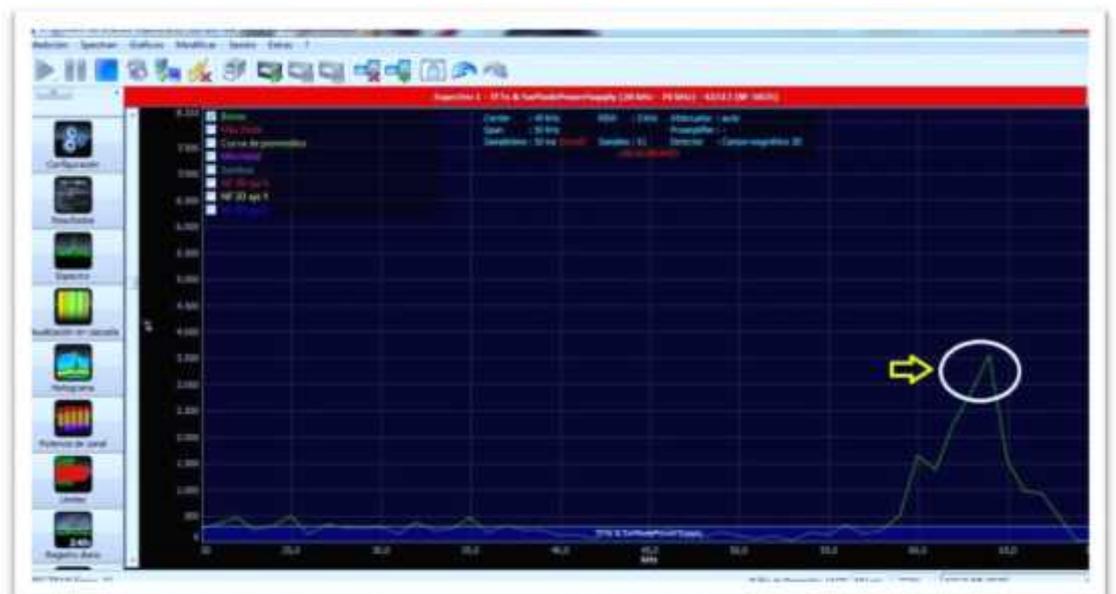


Ilustración N° 17 comprobación de que el dispositivo este dando buena señal.

- **Tercero:** Configuración en el software verificando el ancho de banda, campo magnético a una frecuencia de 60Hz



Ilustración N° 18 verificación del ancho de banda, campo magnético y frecuencias a utilizar.

- **Cuarto:** Configuración de la escala, nivel y curva de las ondas.

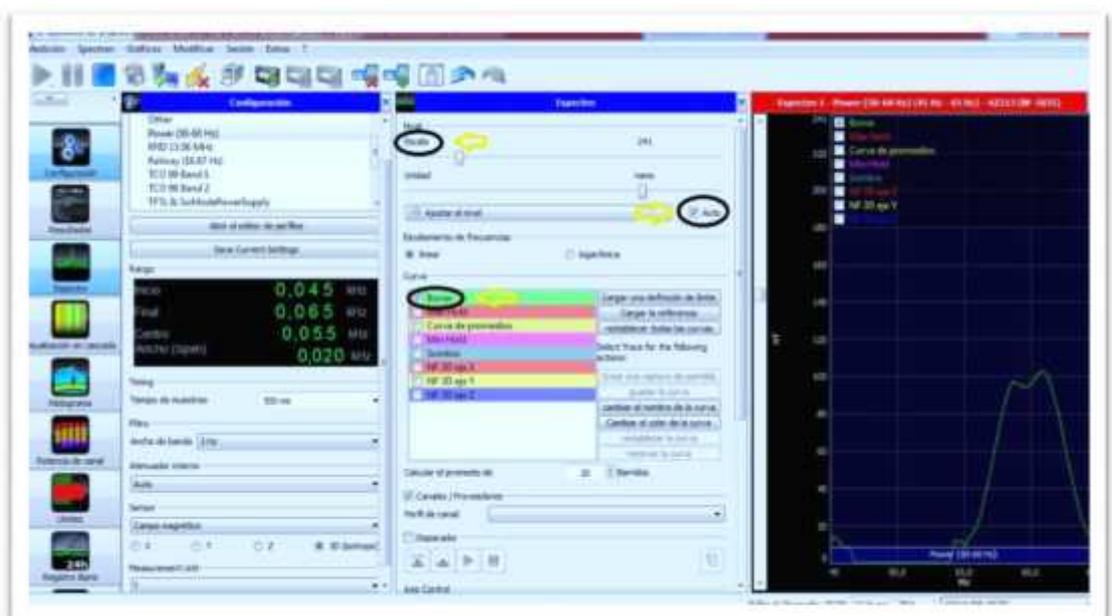


Ilustración N° 19 configuración de la escala, nivel y curvas de las ondas.

- **Quinto:** Configuración de los valores máximos que aparecerán en el simulador de medidor de frecuencias.

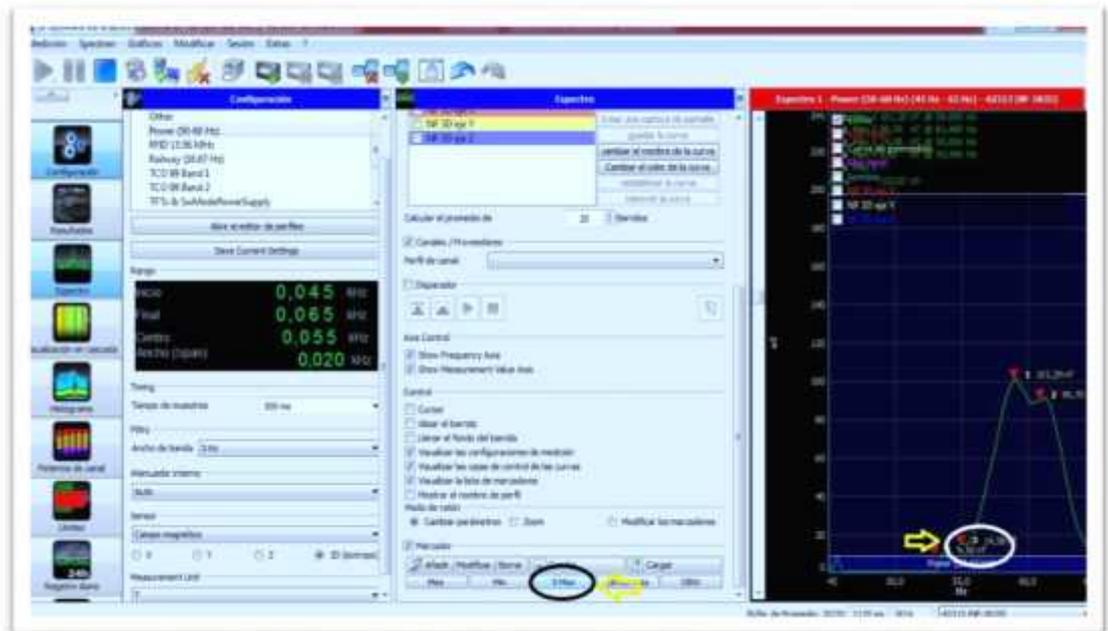


Ilustración N° 20 Configuración de puntos máximos.

- **Sexto:** Muestra de los resultados con las modificaciones realizadas.

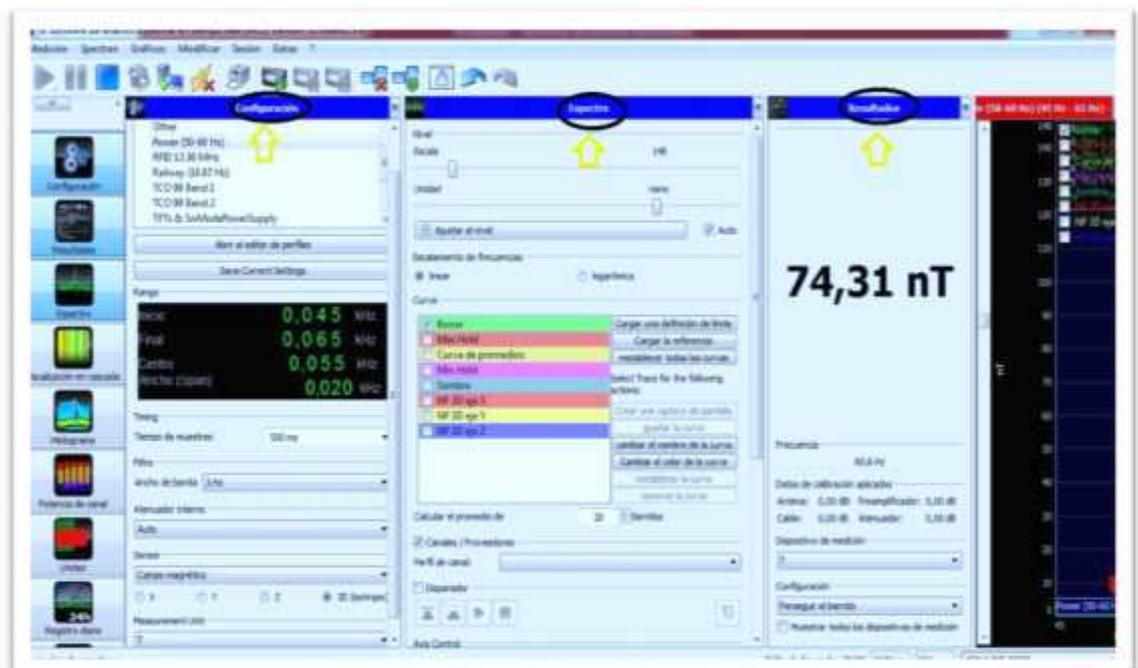


Ilustración N° 21 Muestra de resultados en el simulador.

- **Séptimo:** Se inicia la grabación del barrido de la medición captada por el Spectran.



Ilustración Nº 22. Grabación de barrido.

- **Octavo:** Guardar le archivo generado por el software con sus respectivo nombre, dirección y remarque.

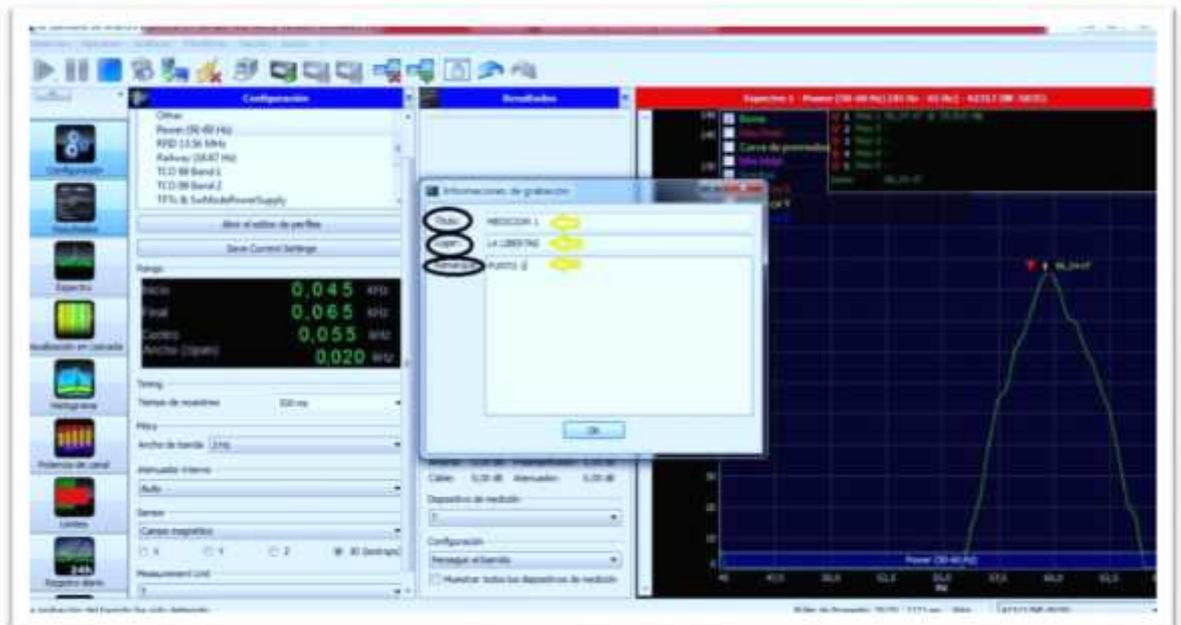


Ilustración Nº 23. Proceso de guardado del archivo generado por el software.

- **Noveno:** Se vuelve a realizar las mediciones de acuerdo al tiempo que se dejó estimado y veremos cómo aparecerá el barrido de la información en la pantalla del computador.



Ilustración Nº 24. Proceso de barrido en tiempo real.

3.2. REQUERIMIENTOS.

A continuación se detallan los equipos que fueron requeridos para la adquisición, medición y tratamiento de datos, con la respectiva descripción de sus características técnicas.

Los equipos de mediciones utilizados en este proyecto fueron:

- Analizador de espectros portátil AARONIA SPECTRAN NF-5035 (Alemania), rango de frecuencias 1Hz a 1 MHz (30MHz).
- Medidor de radiación selectiva SRM-3006 NARDA (Alemania).
- Medidor de pH y Temperatura digital para la Piel Hanna (HI 99181).
- Software de análisis espectral de tiempo real “MCS” de Aaronia

- Computador personal.
- Trípode

3.2.1. Analizador de espectros portátil AARONIA SPECTRAN NF-5035.

Este dispositivo se perfila como uno de los más utilizados para la localización de focos de interferencias de los tipos magnéticos o electromagnéticos, la determinación de la frecuencia, la intensidad de las fuentes de la señal, la medición y la evaluación de los valores límites de campos electromagnéticos, útil para detectar campos electromagnéticos relativamente bajos.

Este dispositivo portátil nos ofrece modos fáciles para la medición de los campos electromagnéticos ya que brinda una interfaz USB con control remoto a la PC en tiempo real.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- **Rango de frecuencia:** 1Hz a 1 MHz (30MHz)
- **Campo magnético (Gauss):** 10 μ G a 20G
- **Campo magnético (Tesla):** 1 pt a 2mT
- **Campo eléctrico:** 0.1V/m a 20 kV/m
- **Resolución (RBW):** 0.3Hz a 1MHz
- **Detectores:** RMS, Min / Max
- **Unidades:** V, V/m, T, A/m.

- **Demodulador:** AM, FM
- **Entrada:** entrada SMA de alta impedancia (f)
- **Audio:** Altavoz interno con control de volumen y conector de 2.5mm
- **Precisión:** 3%(típico).
- **Dimensiones (L / W / D):** 250x86x27mm



Ilustración Nº 25.Analizador de espectros portátil AARONIA
SPECTRAN NF-5035

3.2.2. Medidor de radiación selectiva SRM-3006 NARDA (Alemania).

El Medidor de Radiación Selectivo descodifica todos los códigos cifrados presentes en un margen de frecuencia que previamente ha sido seleccionado, de ahí el nombre de medidor selectivo.

Este dispositivo está diseñado para realizar mediciones de campos electromagnéticos en zonas abiertas, donde existen o utilizan antenas de transmisión de ondas largas.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- **Modos:** Analizador de espectro, Evaluador de seguridad y Modulación
 - **Rango de frecuencia:** 9 KHz a 6 GHz
 - **Mediciones:** selectivas en frecuencias fijas
 - **Detector:** pico, RMS
 - **Resolución (RBW):** 40 KHz a 32 MHz
- Unidades:** V, V/m, T, A/m, mW/cm²
- **Precisión:** +2.9/-4.3 dB



Ilustración Nº 26. Medidor de radiación selectiva SRM-3006 NARDA (Alemania).

3.2.3. Medidor de pH y Temperatura digital para la Piel HANNA (HI 99181).

El HI99181 es un dispositivo medidor diseñado específicamente para el análisis del pH de piel y su temperatura, que es esencial para la construcción de esta investigación, ya que, permite la captura rápida de los datos con una precisión muy buena para realizar posteriormente el tratamiento de los mismos.

Este dispositivo es bien delicado por lo que es recomendable medir en sectores de la piel que no tengan ninguna sustancia química (cremas, bloqueadores solares u otros)

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- **Rango de pH:** -2.00 to 16.00 pH
- **Resolución de pH:** 0.01 pH
- **Calibración automática:** pH (pH 4.01 / 7.01 / 10.01 or pH 4.01 / 6.86 / 9.18)
- **Rango de temperatura:** -5.0 to 105.0°C / 23.0 to 221.0°F
- **Resolución de temperatura:** 0.1°C / 0.1°F
- **Compensación de temperatura:** automática de: - 5.0 to 105.0°C (23 to 221°F)



Ilustración N° 27.Medidor de pH y Temperatura digital para la Piel HANNA (HI 99181).

3.2.4. SOFTWARE ESPECTRO AARONIA.

EL SOFTWARE CONTIENE LAS SIGUIENTES FUNCIONES:

- Compatible con la gama de sistemas operativos de gran relevancia.
- Define el control del tiempo real mediante conexión integrada de USB con los demás analizadores.
- Valores analizables, en un número infinito. ICNIRP con limitantes en sus diagramas.
- Enlace para varias ventanas.
- Permite realizar anulaciones de valiosa utilidad.

Requerimientos del sistema:

Al instalar el sistema MSC el ordenador tendrá la posibilidad de cumplir con las siguientes estancias:

- Windows 7 / 8, MacOS X 10.9 o más, Linux
- Intel Core2 o AMD Athlon 64 CPU con soporte SSE2 a partir de 1.5 GHz o más.
- 2 Gb de memoria
- 100 MB espacio libre en el disco duro.
- Resolución mínima de pantalla de 1200x800
- Enchufe USB desocupado para poder conectar el SPECTRAN

3.2.5. Computador personal SONY VAIO SVE14AA12U.

Equipo necesario para el análisis de los datos obtenidos de las mediciones, las especificaciones mínimas para el computador, que permita realizar esta investigación:

- Potente procesador de 2da generación Intel COre i5 2450M 2.50 GHz c/turbo boost hasta 3.10GHZ.
- Memoria 4.00 GB
- Disco duro de 640 GB 5400rpm
- Unidad de DVD
- Pantalla Vaio de 14"

- Tarjetas de video:
 - Integrada: Intel HD Graphics 3000
 - Externa: AMD Radeon HD 7570M. 512MB
- Sistema operativo de 64 bits procesador x64.
- Puertos USB para la conexión de los dispositivos



Ilustración N° 28. Computador portátil sonyvaio

3.2.6. Trípode

Consta de 3 patas y cuenta con una circunferencia en la parte de arriba, lo que permite la estabilidad de este equipo y genera su propio.



Ilustración N° 29. Trípode

3.3. PRESENTACION DE DATOS OBTENIDOS

Todos los datos recopilados serán utilizados para el desarrollo de la presente investigación, son presentados en este apartado, tomando en consideración, las condiciones ambientales ideales para el trabajo, los dos casos (monitores encendidos o apagados) en los que se dividió el proceso de toma de muestras.

En primera instancia se muestran los valores obtenidos de las intensidades de los campos electromagnéticos en bajas y altas frecuencias obtenidos con el analizador de espectros, estos valores se muestran la **tabla 4**, y se observa que los niveles de CEM están por debajo a los límites de exposición recomendados por la ICNIRP (*Comisión Internacional sobre Protección Frente a Radiaciones No Ionizantes* por sus siglas en Ingles) que ejercen en la actualidad como base de normativas sobre exposición a CEM en el Ecuador, por lo que, el ambiente electromagnético en el laboratorio n°5 de informática del campus universitario cumple con la dichas normativas.

Esto nos ayudara a saber si el laboratorio es un ambiente idóneo para que el personal universitario pueda trabajar de una manera segura.

CEM (CAMPO ELECTROMAGNETICO)	
BAJAS FRECUENCIAS, LF (nT, 60 Hz)	ALTAS FRECUENCIAS, HF (mV/m, 9 kHz-6Ghz)
78.60±12.00	82±10

Tabla Nº 4. Resultados obtenidos a partir de la medición del ambiente electromagnético.

Las muestras del nivel de pH fueron recolectadas con el uso del dispositivo medidor de pH y Temperatura digital para la Piel HANNA (HI 99181) mediante un proceso similar en los 2 casos (C.1 Y C.2) expuestos anteriormente, con un lapso de tiempo en exposición aguda de 6 minutos entre cada uno de ellos. Además, las mediciones fueron realizadas en ambos antebrazos (derecho e izquierdo) de las personas seleccionadas en el muestreo para este estudio, la **tabla 5** muestra los resultados que se obtuvieron al tomar las muestras del nivel de pH a los 25 estudiantes seleccionados en el muestreo seleccionados al azar.

CASO 1. pH (Antes de la exposición a CEM)		CASO 2. pH (Después de la exposición a CEM)	
Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho
4,41	4,5	4,52	4,45
4,7	5,15	4,9	5,06
5,2	5,1	5,2	5,38
5,2	5,13	5,27	5,2
4,5	4,2	5,12	4,98
5,1	4,96	5,1	5,03
5,12	5,15	5,1	5
5,25	5,4	5,41	5,37
5,4	5,4	5,3	5,1
5,29	5,3	5,1	5,49
5,28	5,29	4,9	4,8
5,63	5,8	5,23	5,57
4,36	4,75	4,55	4,6
4,06	4,65	5,18	5,97
4,9	5,11	5,34	5,35
5,05	5,16	5,16	5,28
5,2	4,85	4,33	4,5
4,9	4,8	4,3	4,3
5,27	5,36	5,5	5,6
4,86	4,75	4,88	4,55
5,15	5,14	5,15	5,14
4,75	5	4,85	4,98
5,2	5,22	5,15	5,17
5,28	4,9	4,8	5,17
5,13	4,54	5,7	4,73

Tabla Nº 5. Resultados obtenidos de la medición del nivel de pH en ambos antebrazos.

CAPITULO 4

ANALISIS DE RESULTADOS

4. ANALISIS DE RESULTADOS

Para el desarrollo de este capítulo se realizara el análisis de los resultados que se obtuvieron el laboratorio de informática #5 de la UPSE, se llevara a cabo una comparativa entre los niveles y valores nacionales e internacionales, estos datos obtenidos nos ayudara a tener un buen trabajo estadístico para poder realizar un buen análisis de los mismos.

Estas mediciones se realizaron en tiempo real, con los voluntarios trabajando con los monitores encendidos y apagados para cortas exposiciones de 6 minutos, este tiempo mínimo de exposición es conocido

como aguda que corresponde al tiempo recomendado en las normativas nacionales e internacionales del ICRNIP.

4.1. COMPARATIVA ENTRE PARAMETROS

Para realizar una buena comparación de parámetros, se analizará detenidamente los datos obtenidos en las diferentes situaciones y tomando en cuenta las normas impuestas por los organismos nacionales e internacionales que regular el CEM.

4.1.1 ANALISIS DE MEDICIONES EN EL CASO 1

En este primer caso se considera los valores del pH de la piel obtenido en los antebrazos (izquierdo y derecho), antes y después de la exposición CEM del monitor del computador.

Estudiantes	Antes de la exposición		Después de la exposición	
	izquierda	derecha	Izquierda	derecha
1	4,41	4,5	4,52	4,45
2	4,7	5,15	4,9	5,06
3	5,2	5,1	5,2	5,38
4	5,2	5,13	5,27	5,2
5	4,5	4,2	5,12	4,98
6	5,1	4,96	5,1	5,03
7	5,12	5,15	5,1	5
8	5,25	5,4	5,41	5,37
9	5,4	5,4	5,3	5,1
10	5,29	5,3	5,1	5,49
11	5,28	5,29	4,9	4,8
12	5,63	5,8	5,23	5,57
13	4,36	4,75	4,55	4,6
14	4,06	4,65	5,18	5,97
15	4,9	5,11	5,34	5,35
16	5,05	5,16	5,16	5,28
17	5,2	4,85	4,33	4,5
18	4,9	4,8	4,3	4,3

19	5,27	5,36	5,5	5,6
20	4,86	4,75	4,88	4,55
21	5,15	5,14	5,15	5,14
22	4,75	5	4,85	4,98
23	5,2	5,22	5,15	5,17
24	5,28	4,9	4,8	5,17
25	5,13	4,54	5,7	4,73

Tabla 6. Mediciones del ph de la piel antes y después de la exposición al monitor de un computador.

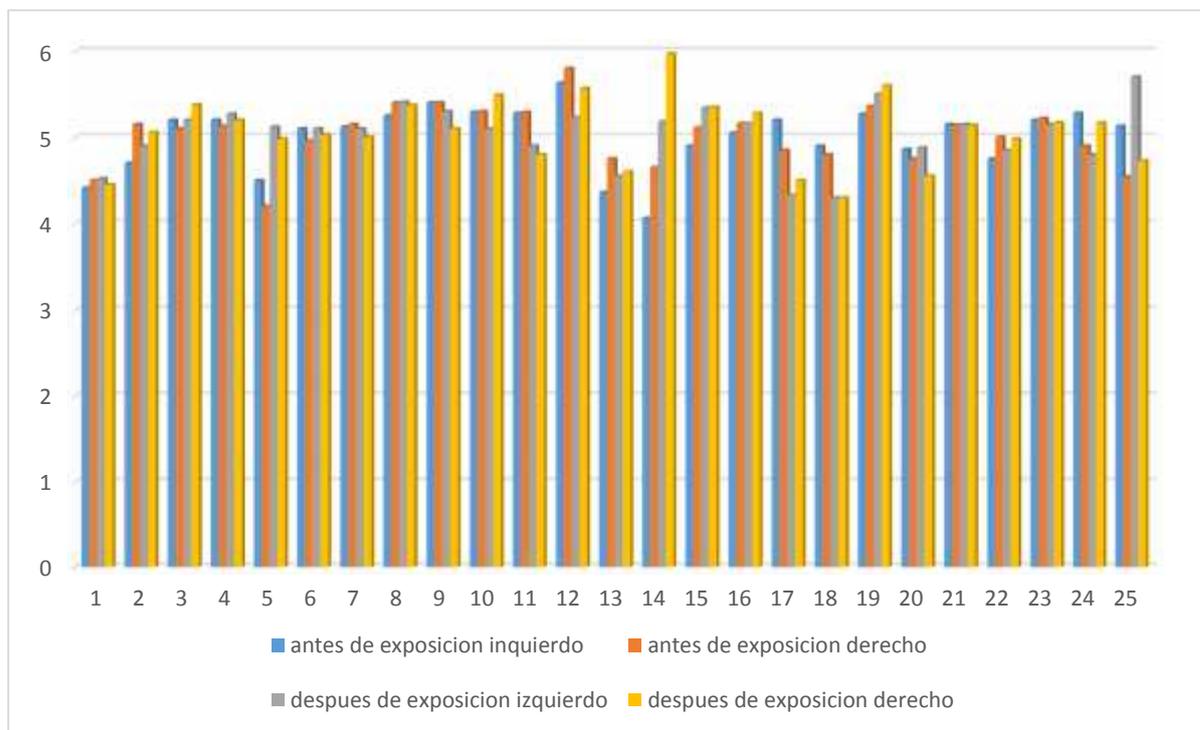


Tabla 7. Análisis del ph de la piel antes y después de la exposición al monitor de un computador.

Se analiza los datos de acuerdo al caso 1, observamos que los niveles de pH de la piel expuestos a los CEM del monitor del computador sufren ligeros cambios pero no en todos los individuos es la misma reacción ya que se mantiene el mismo nivel, en este análisis encontramos valores mínimos 4.06 y 4.2 y valores máximos 5.63 y 5.8 en respectivos antebrazos antes de la radiación, después de la radiación encontramos valores mínimos de 4,3 y máximos de 5,7 y 5,97.

Estos valores fueron generados con una desviación estándar para cada caso de 0,36 y 0,34 antes de la radiación y 0,34 y 0,40 después de la radiación, por lo que podemos observar que el organismo genera una compensación en el pH de la piel para no ser afectada.

Teste/ Media, Desvío Estándar	Ph de la piel antes de la exposición		Ph de la piel antes de la exposición	
	izquierda	derecha	Izquierda	derecha
Valores mínimos	4,06	4,2	4,3	4,3
Valores máximos	5,63	5,8	5,7	5,97
Media	5,00	5,02	5,04	5,07
M+-SD	5.00+-0.40	5.02+-0.34	5.04+-0.34	5.07+-0.40

Tabla 8. Comparativas de las mediciones del pH de la piel

Los valores obtenidos del pH ante y después de exposición a los campos electromagnéticos de la piel del antebrazo derecha e izquierda del operador no variaron significativamente en las condiciones de trabajo escogidas, es decir, que en una exposición corta de 6 minutos consideradas como aguadas, con condiciones ambientales de (23 °C, 65 %humedad) y condiciones electromagnéticas de fondo controladas, dan indicios preliminares que la exposición a los CEM emitidas por el monitor del computador no afecta significativamente a la piel del operador.

4.1.2. ANÁLISIS DE MEDICIONES EN CASO 2

En esta etapa veremos las mediciones de los campos electromagnéticos realizadas en el momento que el operador está al frente del monitor encendido.

Estudiantes	CEM de los monitores (medidas junto al oparador)
1	70
2	75
3	62
4	76
5	77
6	77
7	55
8	55
9	60
10	55
11	60
12	70
13	60
14	60
15	62
16	77
17	64
18	70
19	63
20	75
21	75
22	63
23	70
24	70
25	75

Tabla 9. Mediciones del campo electromagnético de los monitores de los computadores

Las mediciones realizadas en este casa nos permite analizar que los campos electromagnéticos emitidos por los monitores de los computadores varía en todos los voluntarios y no es estable, también se puede observar que estos valores no son dañinos para los operadores.

Teste/ Media, Desvío Estándar	CEM de los monitores (nT, 60 Hz) (medidos junto al operador)
M±SD	78.60±12.00

Tabla 10. Análisis del campo electromagnético de los monitores de los computadores

4.1.3. ANÁLISIS COMPARATIVO CON LAS NORMAS NACIONALES

Aquí se muestra las mediciones de CEM realizadas a los monitores encendidos de cada operador para luego compararlas con los parámetros nacionales que es de 83 uT.

Estudiantes	CEM de los monitores (medidas junto al operador)	Normativas Nacionales
1	70 nT	83 uT
2	75 nT	83 uT
3	62 nT	83 uT
4	76 nT	83 uT
5	77 nT	83 uT
6	77 nT	83 uT
7	55 nT	83 uT
8	55 nT	83 uT
9	60 nT	83 uT
10	55 nT	83 uT
11	60 nT	83 uT
12	70 nT	83 uT
13	60 nT	83 uT
14	60 nT	83 uT
15	62 nT	83 uT
16	77 nT	83 uT
17	64 nT	83 uT
18	70 nT	83 uT
19	63 nT	83 uT
20	75 nT	83 uT
21	75 nT	83 uT
22	63 nT	83 uT
23	70 nT	83 uT
24	70 nT	83 uT
25	75 nT	83 uT

Tabla 11. Comparación de las mediciones de los CEM de los monitores con los parámetros a nivel nacional.

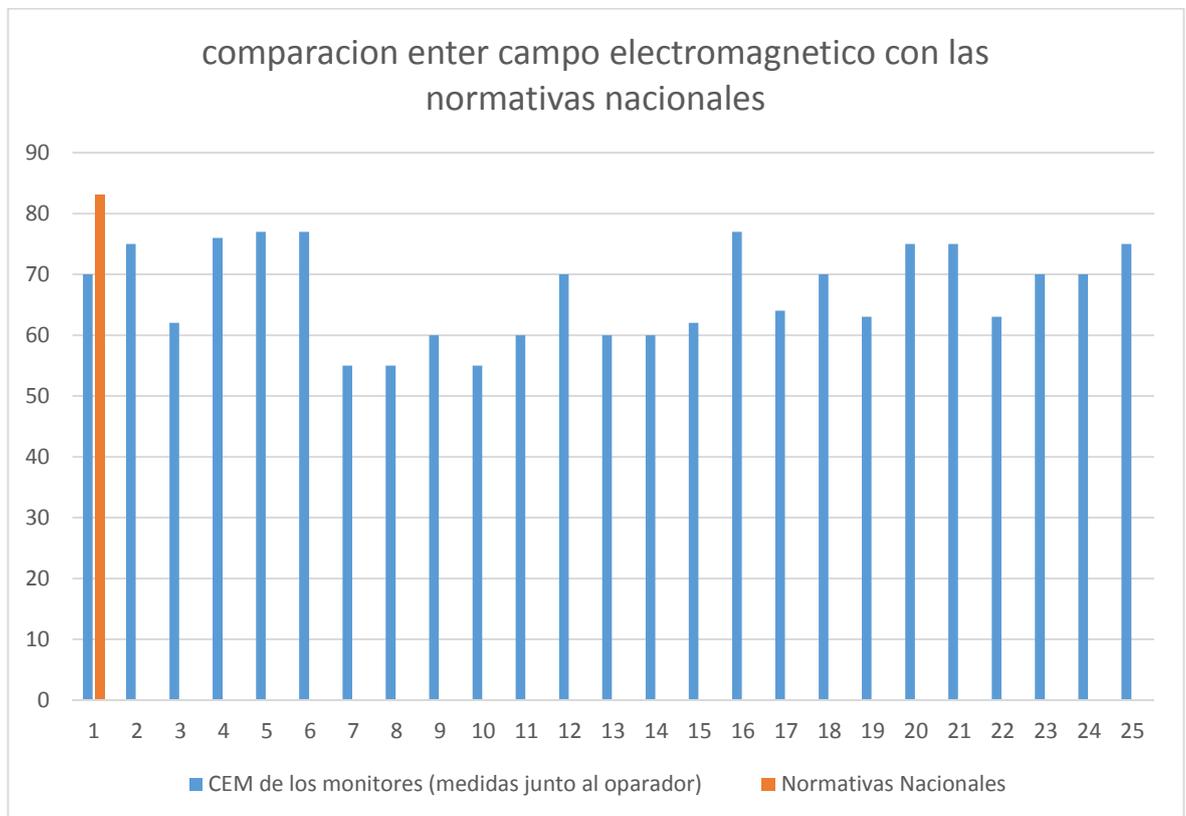


Tabla 12. Comparación de las mediciones de los CEM de los monitores con los parámetros a nivel nacional.

En la tabla 12 podemos observar que en cada individuo existe una variación mínima en los parámetros obtenidos en las mediciones con respecto a los parámetros nacionales. Se puede ver que existe un valor mínimo de 55nT y un valor máximo de 77NT, entonces podemos analizar que estos valores encontrados están muy por debajo de las normativas nacionales lo que nos indica que no existe riesgo para la piel, ya que, los valores de las normativas nacionales es de 83 uT.

4.1.4. ANÁLISIS COMPARATIVO CON LAS NORMATIVAS INTERNACIONALES

Aquí se muestra las mediciones de CEM realizadas a los monitores encendidos de cada operador para luego compararlas con las normativas internacionales.

Estudiantes	CEM de los monitores (medidas junto al oparador)	Normativas internacionales
1	70 nT	83 uT
2	75 nT	83 uT
3	62 nT	83 uT
4	76 nT	83 uT
5	77 nT	83 uT
6	77 nT	83 uT
7	55 nT	83 uT
8	55 nT	83 uT
9	60 nT	83 uT
10	55 nT	83 uT
11	60 nT	83 uT
12	70 nT	83 uT
13	60 nT	83 uT
14	60 nT	83 uT
15	62 nT	83 uT
16	77 nT	83 uT
17	64 nT	83 uT
18	70 nT	83 uT
19	63 nT	83 uT
20	75 nT	83 uT
21	75 nT	83 uT
22	63 nT	83 uT
23	70 nT	83 uT
24	70 nT	83 uT
25	75 nT	83 uT

Tabla 12. Comparación de las mediciones de los CEM de los monitores con los parámetros a nivel internacional

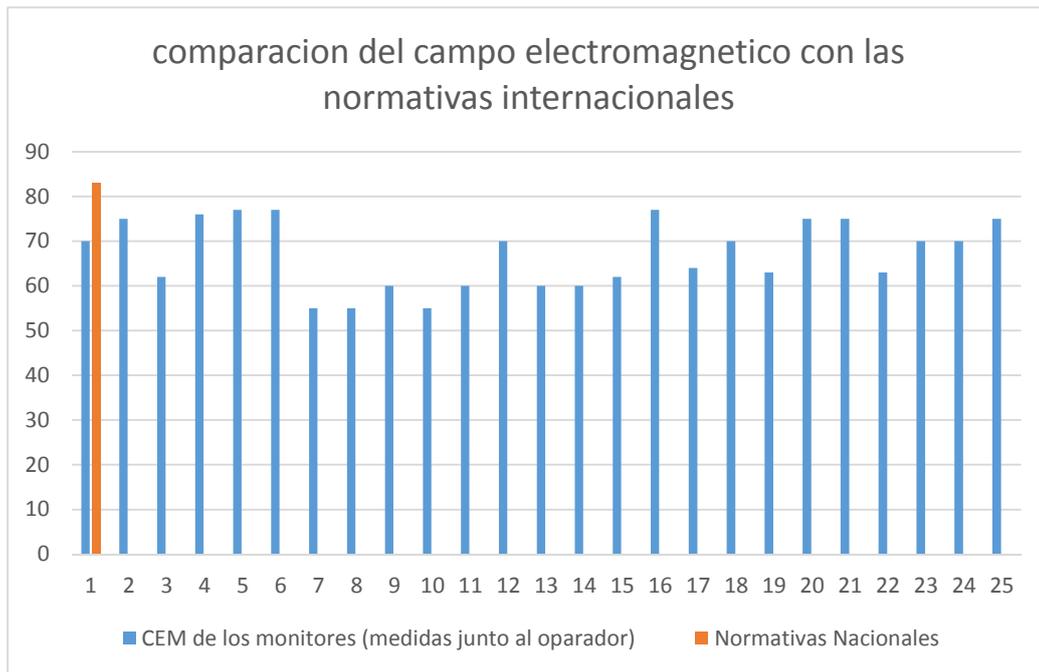


Tabla 13. Análisis de comparación entre los datos recolectados y los parámetros a nivel internacional.

En la tabla 13 podemos verificar que entre las normativas nacionales e internacionales no existe mucha variación del campo electromagnético permitido el cual es de 83 uT, por lo que nuestros datos se encuentran en el rango exposición permitido por el Ministerio del Ambiente del Ecuador y la ICNIRP.

4.1.5 COMPARATIVA CON OTROS PAÍSES

En esta parte se analizara los valores obtenidos comparándolos con los parámetros permitidos que existen en otros países tales tenemos Suiza y Rusia, que son países más estrictos.

Aun así los parámetros encontrados en los laboratorios UPSE se encuentran por debajo de estos.

Estudiantes	CEM	RUSIA	SUIZA
1	70nT	10 uT	1 uT
2	75nT	10 uT	1 uT
3	62nT	10 uT	1 uT
4	76nT	10 uT	1 uT
5	77nT	10 uT	1 uT
6	77nT	10 uT	1 uT
7	55nT	10 uT	1 uT
8	55nT	10 uT	1 uT
9	60nT	10 uT	1 uT
10	55nT	10 uT	1 uT
11	60nT	10 uT	1 uT
12	70nT	10 uT	1 uT
13	60nT	10 uT	1 uT
14	60nT	10 uT	1 uT
15	62nT	10 uT	1 uT
16	77nT	10 uT	1 uT
17	64nT	10 uT	1 uT
18	70nT	10 uT	1 uT
19	63nT	10 uT	1 uT
20	75nT	10 uT	1 uT
21	75nT	10 uT	1 uT
22	63nT	10 uT	1 uT
23	70nT	10 uT	1 uT
24	70nT	10 uT	1 uT
25	75nT	10 uT	1 uT

Tabla 14. Comparaciones realizadas con otros países

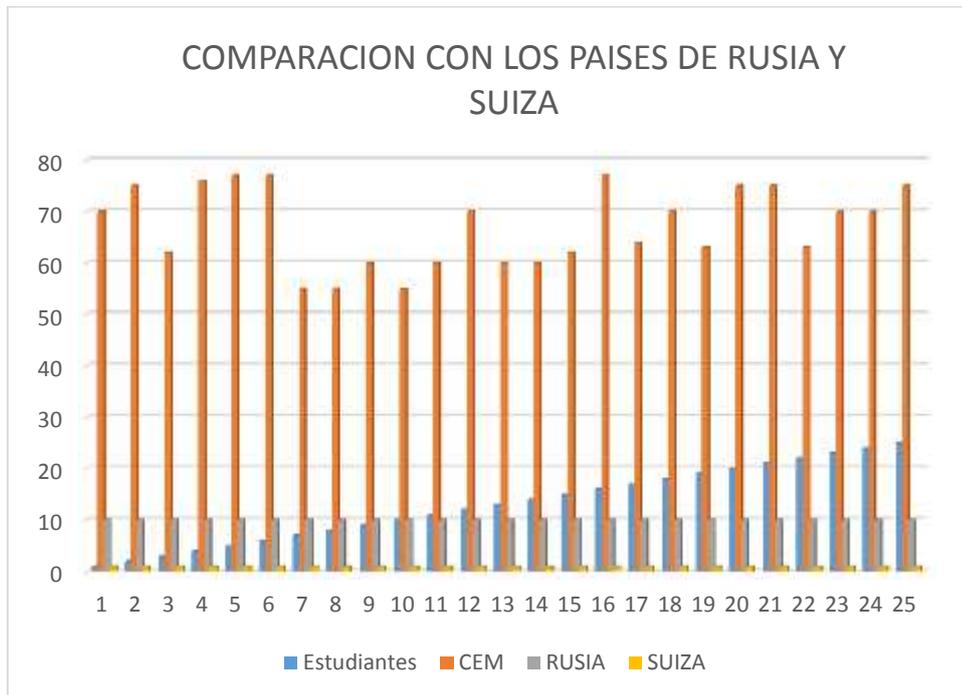


Tabla 15. Barras comparativas con otros países

Estos valores encontrados en el laboratorio son muy distintos a los parámetros de Suiza y Rusia ya que ellos tienen normativas de 1uT y 10 uT respectivamente, lo cual indica que está muy por debajo de los parámetros de ambiente en estos países.

CONCLUSIONES:

- En primera instancia se puede afirmar, que la exposición para periodos cortos de campos electromagnéticos emitidos por los monitores de los computadores son inofensivos para el pH del operador.
- Las exposiciones de fondo en bajas, altas frecuencias y con un ambiente adecuado no alteran el pH del operador.
- Los valores de pH encontrado en los diferentes voluntarios están en intervalos adecuados de acuerdo a las normativas nacionales e internacionales.
- Las variaciones del pH de la piel de los operadores antes y después de la exposición es debido a la compensación del mismo organismo del cuerpo .

RECOMENDACIONES:

- Continuar con el estudio de los posibles impactos de campo electromagnético de los monitores de los computadores pero para largas exposiciones de 1 o más.
- Realizar las mediciones del pH de la piel en los antebrazos en operadores de diferentes edades, las cuales pueden ser entre 20 a 50 años de edad para constatar si entre el transcurso de la edad existen alteraciones más notables.
- Realizar mediciones la radiación que emiten los monitores de última generación que cumplan con las normativas de seguridad y calidad a nivel internacional.
- No permitir que los encuestados tengan otro tipo de exposiciones ni cremas humectantes en el sector donde se realizaría la medición del pH para poder tener mejores resultados.
- Adquirir más dispositivos de medición de altas y bajas frecuencias para poder realizar mejores estudios en el campus universitario.
- Crear grupos de estudios para que investiguen más sobre el comportamiento de los campos electromagnéticos y así mantener a la comunidad universitaria informada sobre esta temática.

Bibliografía

1. Cabrera, R. (11 de Agosto de 2014). *www.ricuti.com.ar*. Obtenido de Magnetismo:
http://ricuti.com.ar/No_me_salén/MAGNETISMO/AT_magn_campo.html
2. Carito, I. (29 de Marzo de 2012). *www.icarito.cl*. Obtenido de La energía eléctrica: <http://www.icarito.cl/enciclopedia/articulo/segundo-ciclo-basico/ciencias-naturales/fuerza-y-movimiento/2009/12/61-7625-9-la-energia-electrica.shtml>
3. Donnewal, C. E. (2009). *enfoque actual de las radiaciones no ionizantes* . argentina.
4. EcuRed. (2009). *www.ecured.cu*. Obtenido de Campo electromagnético:
http://www.ecured.cu/index.php/Campo_electromagn%C3%A9tico
5. Elbern, a. *radiaciones no ionizantes*.
6. García, S. (2005). *La salud humana y los campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja (CEM-FEB)*. Asociación Toxicológica Argentina.
7. Hernández, G. M., & Prieto, P. J. (2007). Historia de la Ciencia. En G. M. Hernández, & P. J. Prieto, *Historia de la Ciencia* (págs. 53-59). Tenerife: Fundación Canaria Orotava.
8. <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Enciclopedia/tomo2/49.pdf>.
9. ICNIRP, C. i. (1998). *Nivel referencial para exposición poblacional a campos eléctricos y magnéticos*. OMS.
10. Knave, B. (2012). *Radiaciones no ionizantes*. Enciclopedia de la salud y seguridad en el trabajo.
11. Olmedo, B. G. (2005). *Fundamentos de Electromagnetismo*.
12. Olmo, N. (2011). *www.mastermagazine.info*. Obtenido de Mastermagazine:
<http://www.mastermagazine.info/termino/5514.php>
13. OMS, O. M. (Febrero de 2005). *Campos electromagnéticos*. Obtenido de www.who.int: <http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/intmedfrequencies/es/>
14. *radiacion no ionizante*. (2010).

15. Romero, E., & Ticse, R. (2009). *Medición de radiaciones electromagnéticas no ionizantes en CTIC*. Recuperado el 2014, de <http://cominformatidf.files.wordpress.com/2009/09/medicion020909.pdf>
16. Sánchez, J. (2014). *Cosas de física y química*. Obtenido de www.elfisicoloco.blogspot.com: <http://elfisicoloco.blogspot.com/2013/02/lineas-de-campo-electrico.html>
17. Úbeda, F., & Vargas, A. (2001). *Campos electromagnéticos y salud pública*. España.
18. UNC, U. N. (2007). Exposición humana a los campos electromagnéticos. *Revista Universitaria* .
19. UNIP, U. N. (2009). Campos magnéticos. *Revista Universitaria* .
20. Valdés, A. (13 de Marzo de 2014). *Física: Del libro al blog*. Obtenido de Campo eléctrico: <https://www.blogger.com/profile/07420033590070594025>

ANEXOS

Anexo 1. En esta parte estamos familiarizándonos con el equipo y probando sus funciones correctamente.



Anexo 2. En esta parte se observa el equipo funcionando en el laboratorio #5 de informática, vemos las mediciones de los campos que hay existen.



Anexo 3. En esta parte se observa el laboratorio donde se va a trabajar y se verifica que los monitores funcionen correctamente para poder tener



buenas mediciones.

Anexo 4. Grupo seleccionado al azar trabajando con los monitores apagados.



Anexo 5. Toma de datos con los monitores encendidos es decir expuestos a radiación.



Anexo 6. Aquí observamos cual es la forma correcta del uso del medidor de pH de la piel.



Anexo 7. Se realizan pruebas con el medidor del pH de la piel para verificar el perfecto funcionamiento.

