



Facultad de Ingeniería
Ingeniería de Telecomunicaciones

Trabajo de Investigación:

“Efectos de la radiación no ionizante en la salud de los residentes varones entre 20 a 25 años en la localidad de Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho”

Autor: Jefferson Angel Moreno Moncada – 1521384

Para obtener el grado académico de Bachiller en:

Ingeniería de Telecomunicaciones

Lima, Perú

2019

RESUMEN

Cuando los pobladores levantan su voz de protesta para poder manifestar su desconformidad ante la instalación de una estación radioeléctrica dentro de su localidad, indican que la radiación que emite causa efectos nocivos para la salud, específicamente le atribuyen el origen de distintos tipos de cáncer, el nacimiento de niños con problemas congénitos y que se está instalando muy cerca de lugares sensibles. Este tipo de incidente deja en evidencia el problema que es la reacción de las personas ante la instalación de estación radioeléctricas, a la cual se le suma el desconocimiento que tienen sobre el verdadero efecto a la exposición de radiación no ionizante, a la cual tienden a supeditar que todo problema de salud que presentan. Así mismo, sumando otro problema se observa que empresas están realizando la distribución de estaciones radioeléctricas sin contar con un modelo técnico o modelo de propagación definido.

La investigación presenta como variable la radiación no ionizante (RNI) y la salud de los residentes varones entre 20 a 25 años de la localidad de Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho que tienen una relación de causa efecto entre sí; para ciertos niveles de RNI se establecen ciertos efectos en la salud del ser humano. Por lo tanto, se establece que la investigación desarrolla con un método cuantitativo ya que las variables pueden establecer valores numéricos. Es descriptiva porque se analiza los efectos de la RNI en los residentes de la localidad de Campoy. Es correlacional porque se estudia cómo afecta la densidad de potencia a la acumulación de energía en el cuerpo. Es no exploratoria y no experimental porque en este trabajo de investigación no se llegará a medir con equipo profesional el nivel de la densidad de potencia ni la tasa de absorción específica en la localidad de estudio; así como tampoco, se va a manipular las variables para forzar resultados.

Como resultado se confirma que no se supera el límite máximo permitido para exposición poblacional para la radiación no ionizante dentro la localidad de Campoy en base a lo establecido por el Gobierno del Perú y lo recomendado por ICNIRP, con el nivel actual de densidad de potencia y tasa de absorción específica y en base la investigación realizada no se presenta el efecto térmico que es el aumento de temperatura del cuerpo; así como tampoco, el efecto no térmico como la acumulación de energía que induce pequeñas corrientes y voltajes en la piel.

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Investigación para obtener de Grado de Bachiller a mis padres, por su apoyo dedicado de toda una vida. A las personas cercanas a mí que me apoyaron incondicionalmente con el desarrollo y culminación de mi trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por prestarme la vida y luego a mis padres por brindarme todo su apoyo incondicional a las personas que me ayudaron, para así lograr una meta más en mi vida.

A mis compañeros que a lo largo de todo este tiempo hemos convivido en un aula académica tanto en alegría y esfuerzo para lograr un sueño anhelado.

Un agradecimiento especial al Ing. José Eduardo Torres Vega, catedrático del curso por su importante ayuda y aporte para ver reflejado este trabajo en una realidad.

A todas las personas que me motivaron para así lograr este y no decaer para así llegar a la recta final del presente trabajo investigativo.

INDICE

RESUMEN.....	1
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO 1	
ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	9
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1.1. Problemática	9
1.1.2. Problema general.....	9
1.1.2.1. Problemas secundarios	9
1.1.3. Justificación e importancia.....	10
1.2. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	10
1.2.1. Objetivo general.....	10
1.2.2. Objetivos específicos.....	10
1.3. VARIABLES.....	10
1.4. INDICADORES	11
1.5. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	11
CAPÍTULO 2	
MARCO TEÓRICO	11
2.1. PROBLEMAS SIMILARES Y ANÁLISIS DE SOLUCIONES EMPLEADAS.....	11
2.1.1. Estado del Arte.....	11
2.2. TECNOLOGÍAS/TÉCNICAS DE SUSTENTO	14
2.2.1. Base teórica	14
2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.3.1. Hipótesis General	18
2.3.2. Hipótesis secundarias	18
CAPÍTULO 3	
PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN	19
3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA	19
3.1.1. Población.....	19
3.1.2. Muestra poblacional.....	19

3.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	20
3.2.1. Entrevistas	20
3.2.2. Encuesta de opinión	20
3.2.3. Ficha Técnica	20
3.3. SOLUCIONES POR EVALUAR	23
3.4. CRITERIOS DE SOLUCIÓN.....	25
3.4.1. Fuentes de RF	26
3.4.2. Ubicación de las estaciones radioeléctricas en el área de estudio	27
3.4.3. Mediciones/Simulación para campo lejano.....	28
3.4.4. Mediciones/Simulación para campo cercano reactivo	29
3.5. RECURSOS NECESARIOS.....	30
3.5.1. SAR Watch.....	30
3.5.2. ElectroSmart – Diagnostico exposición inalámbrica	31
3.6. ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA	32
CAPÍTULO 4	
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	33
4.1. RESULTADOS.....	33
4.2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
4.2.1. Conclusiones	34
4.2.2. Recomendación.....	34
BIBLIOGRAFÍA	35
ANEXOS	38
Anexo N° 1 Glosario.....	39
Anexo N°2 Formato de Entrevista.....	40
Anexo N°3 Formato de Encuesta	41
Anexo N°4 Ficha de Tarea de Investigación	42
Anexo N°5 Matriz de Consistencia.....	44
Anexo N°6 Cronograma de Actividades.....	45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites máximos permisibles para exposición ocupacional.....	23
Tabla 2. Límites máximos permisibles para exposición poblacional.....	23
Tabla 3. Límites básicos para la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos	24
Tabla 4. Límites máximos permisibles de exposición poblacional para el área de estudio.....	24
Tabla 5. Cuadro Comparativo de los diferentes criterios de solución	25
Tabla 6. Resumen de información para la medición	26
Tabla 7. Principales fuentes de RNI	26
Tabla 8. Resumen de recursos utilizados.....	32
Tabla 9. Matriz de Consistencia.....	44
Tabla 10. Cronograma de Actividades.....	45

INTRODUCCIÓN

El efecto de la radiación no ionizante en la salud de las personas se empieza a investigar de manera periódica desde 1996 cuando la OMS crea el Proyecto Internacional CEM para evaluar el posible efecto sobre la salud de los campos electromagnéticos en el intervalo de 0 a 300 GHz; estos estudios concluyen en que se presenta un aumento de temperatura de alrededor de 1°C en el cuerpo cuando nos exponemos por 30 minutos o más a una fuente de radiación con una tasa de absorción específica (SAR) que es mayor a 4 W/Kg.

Por otro lado, ICNIRP indica que el efecto capacitivo del cuerpo humano hace que este absorbe energía del campo electromagnético, con lo cual se pueden inducir a pequeñas corrientes y/o voltajes alrededor de la piel.

A partir de 1998 en el Perú, el Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones (INICTEL), inicio la investigación de las radiaciones no ionizantes de los campos electromagnéticos, incluyendo un análisis de la investigación médica realizada a nivel mundial y un diagnóstico de las radiaciones no ionizantes producidas por los servicios de telecomunicaciones. La conclusión a la cual se llegó es que el efecto de la radiación de radiofrecuencia no tiene otro efecto que el térmico.

Palabras Clave: Radiación no ionizante, campo electromagnético, tasa de absorción específica, temperatura, energía.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Problemática

Cuando los pobladores levantan su voz de protesta para poder manifestar su desconformidad ante la instalación de una estación radioeléctrica dentro de su localidad, indican que la radiación que emite causa efectos nocivos para la salud, específicamente le atribuyen el origen de distintos tipos de cáncer, el nacimiento de niños con problemas congénitos y que se está instalando muy cerca de lugares sensibles, como una institución educativa y centro médico.

Este tipo de incidentes deja en evidencia el problema que es la reacción de las personas ante la instalación de estación radioeléctricas, a la cual se le suma el desconocimiento que tienen sobre el verdadero efecto a la exposición de radiación no ionizante, a la cual tienden a supeditar que todo problema de salud que presentan.

Así mismo, sumando otro problema se observa que empresas están realizando la distribución de estaciones radioeléctricas sin contar con un modelo técnico o modelo de propagación definido.

1.1.2. Problema general

¿Cómo afecta la radiación no ionizante en la salud de los residentes varones entre 20 a 25 años de la localidad de Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho?

1.1.2.1. Problemas secundarios

¿Cómo afecta la densidad de potencia en la región de campo lejano en relación a la característica acumulativa de la piel del cuerpo humano de los residentes varones entre 20 a 25 años de la localidad de Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho?

¿Cómo se manifiesta la tasa de absorción específica en la región de campo cercano reactivo respecto a la masa de los tejidos del cuerpo humano de los residentes varones entre 20 a 25 años de la localidad de Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho?

1.1.3. Justificación e importancia

Es fundamental evaluar si se supera o no el límite máximo de exposición poblacional a la radiación no ionizante en la localidad de Campoy, y con el resultado determinar cómo afecta esto a la salud de los residentes varones entre los 20 y 25 años. Este estudio es importante ya que es el primero centrado en este sector de la población; de esta manera, se busca incentivar el desarrollo de este tipo de investigaciones en más localidades del país en donde no se ha tratado este tema; con lo cual, se espera reducir el desconocimiento que se tiene en referencia al tema y concientizar a la población de los efectos reales que tiene la radiación no ionizante en la salud

1.2. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.

1.2.1. Objetivo general.

Determinar cómo afecta la radiación no ionizante en la salud de residentes varones entre 20 a 25 años de la localidad de Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho.

1.2.2. Objetivos específicos.

Determinar cómo afecta la densidad de potencia en la región de campo lejano en relación a la característica acumulativa de la piel del cuerpo humano de los residentes varones entre 20 a 25 años de la localidad de Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho.

Determinar cómo se manifiesta la tasa de absorción específica en la región de campo cercano reactivo respecto a la masa de los tejidos del cuerpo humano de los residentes varones entre 20 a 25 años de la localidad de Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho.

1.3. VARIABLES.

Radiación no ionizante (RNI).

Salud de los residentes varones entre 20 a 25 años.

1.4. INDICADORES

$$\text{Densidad de Potencia: } DP = \frac{\text{Densidad de Potencia medido}}{\text{Densidad de Potencia deseado}} \times 100\%$$

$$\text{Tasa de Absorción Especifica: } TAE = \frac{\text{Tasa de Absorción especifica medido}}{\text{Tasa de Absorción especifica deseado}} \times 100\%$$

1.5. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolla con un método cuantitativo porque la magnitud densidad de potencia y tasa de absorción específica tienen valor cuantitativo. Es descriptiva porque se analiza los efectos de la RNI en los residentes de la localidad de Campoy. Es correlacional porque se estudia cómo afecta la densidad de potencia a la acumulación de energía en el cuerpo. Es no exploratoria y no experimental porque en este trabajo de investigación no se llegará a medir con equipo profesional el nivel de la densidad de potencia ni la tasa de absorción específica en la localidad de estudio; así como tampoco, se va a manipular las variables para forzar resultados.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. PROBLEMAS SIMILARES Y ANÁLISIS DE SOLUCIONES EMPLEADAS:

2.1.1. Estado del Arte

El estudio de los efectos relacionados con la energía electromagnética sobre el cuerpo humano y su salud empieza a desarrollarse de manera periódica desde 1996; en la actualidad se tienen una gran cantidad de estudios en relación a como se manifiesta y que causa estar expuesto a cierto nivel de radiación no ionizante, en base a esto se expone el conocimiento obtenido en el desarrollo de esta investigación.

La exposición a dosis alta de radiación ionizante (100mSv – 200mSv) afecta con mayor gravedad al embrión, que podría morir de manera instantánea ya que en ese momento está compuesto solo por unas pocas células; al feto, le afecta al cerebro causando el nacimiento de

bebés con retraso mental, deformaciones y función cerebral anormal; al infante, el posible desarrollo de cáncer a lo largo de su vida. (Olmos, 2017).

La Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) expone que los efectos que ocasiona la exposición de radiación no ionizante por parte de un bebé e infante es mayor a la de un adulto promedio ya que sus tejidos tienen una mayor capacidad de absorción que la de un adulto, siendo en promedio entre 1.6 a 3 veces mayor y en ciertas partes del cuerpo incluso exceder una diferencia de hasta 10 veces mayor (Cruz, 2014).

Por otro lado, teniendo como sustento la investigación se determina que el efecto de la radiación no ionizante se pueden agrupar en: efecto térmico, cuando el cuerpo se expone a niveles de 1 a 4 W/kg SAR por más de 30 minutos, la temperatura corporal aumenta 1°C lo que puede provocar que la capacidad termorreguladora del cuerpo falle y alcanzar niveles peligrosos de hipertermia; efecto atérmico, se produce para disminuir el aumento de temperatura como la sudoración, enrojecimiento e hinchazón de la piel; efecto no térmico, que conlleva a daño celular, que está en discusión ya que solo se tiene estudios realizados in vitro de algunos órganos (Mejía, 2017).

Se ha determinado el tiempo de exposición de radiación no ionizante dentro del campo lejano dividido en: los efectos asociados con la exposición de todo el cuerpo en más de 30 minutos; para una exposición local en más de 6 minutos; y para una breve exposición local menos de 6 minutos. Por debajo de los 30Mhz se evalúa dentro del campo cercano reactivo y radiativo. (ICNIRP, 2018)

A esta baja frecuencia, los campos eléctricos y magnéticos inducen pequeñas corrientes en el interior del organismo. La corriente inducida en el interior del organismo es demasiado pequeña para producir efectos en la salud. El principal efecto de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia es el calentamiento de los tejidos del organismo. (OMS, 2016)

Estos efectos se pueden manifestar en 2 etapas: Efecto a corto plazo, principalmente el calentamiento de la piel del cuerpo humano. Se determina que la función cognitiva, el sueño, el

ritmo cardiaco y la presión arterial no es afectado por los campos electromagnéticos. Efecto a largo plazo, el análisis de datos procedente de 13 países no reveló un aumento en el riesgo de glioma ni meningioma (tumores cerebrales) por más de 10 años de exposición a la radiación no ionizante. No se pudo determinar una tendencia uniforme de aumento del riesgo con el mayor tiempo de exposición. (OMS, 2014)

Se recomienda que una estación radioeléctrica debe de estar colocada a una distancia de 500 metros (5 cuadras), de lugares sensibles como instituciones educativas, centros médicos, albergues y asilos (Schiavi, 2015)

Actualmente los trabajos relacionados a la medición de radiación no ionizante en interiores se han enfocado en el rango de frecuencia entre 3Khz a 300Ghz en cuyo rango trabajan los teléfonos inalámbricos, dispositivos Bluetooth y celulares. (Moran, 2016)

La falta de precaución frente a los posibles efectos nocivos para la salud por la exposición a la radiación no ionizante emitida por una estación base, ha generado un escenario de riesgo, el cual no ha sido reconocido en su totalidad por las autoridades locales y miembros de la comunidad, pues parecería que solo puede ser considerado como riesgo cuando los efectos a la salud por la exposición a las RNI estén comprobados científicamente, para lo cual pueden pasar muchos años. Mediante una herramienta de obtención de información se determina que la población no tiene tanto conocimiento de sobre el efecto en la salud de la exposición a radiación no ionizante y que esta información varía según el grupo sociodemográfico a donde pertenece cada persona. (Gallego, 2014)

Estos antecedentes dejan en evidencia la necesidad de evaluar la situación dentro de la localidad y verificar si actualmente se están cumpliendo el límite máximo permitido de radiación no ionizante. Con esto y gracias a los resultados de investigaciones previas indicar cuales son los efectos en la salud de la radiación no ionizante en los residentes varones entre 20 a 25 años en el área de estudio.

2.2. TECNOLOGÍAS/TÉCNICAS DE SUSTENTO

2.2.1. Base teórica

2.2.1.1. Campos electromagnéticos

- El concepto de campo electromagnético se utiliza para hacer referencia a la presencia de radiación electromagnética, que es la mezcla de ondas de energía y magnética, las cuales viajan a la velocidad de la luz. Los parámetros más importantes de una onda son su amplitud y su frecuencia. La amplitud define la potencia de la onda y la frecuencia define el número de ciclos por segundo (Cruz, 2014, p.5)
- Un campo magnético se define como la región en el espacio en el que un objeto magnetizado puede, a su vez, magnetizar a otros cuerpos. De acuerdo con la distribución de su intensidad se pueden clasificar en:

Homogéneos: en donde la intensidad del campo es uniforme.

Heterogéneos: en donde la intensidad disminuye proporcionalmente con la distancia del centro.

Y de acuerdo con si son constantes o variables en el tiempo se clasifican en:

Estáticos: las líneas de fuerza y su dirección son constantes en el tiempo.

Oscilantes: la carga se alterna en cada impulso a la vez que la intensidad también varía.

Tomando en cuenta ambos criterios de clasificación, el efecto de los campos magnéticos sobre los diversos sistemas biológicos dependerá de si éste es homogéneo, heterogéneo, estático u oscilante (Pothakamury, 1993).

- Por otro lado, un campo eléctrico se origina por cargas eléctricas estáticas. Cuando el campo magnético y eléctrico en una región determinada varían en el tiempo, ambos se relacionan de tal manera que todo campo eléctrico que varíe con el tiempo siempre va acompañado de un campo magnético también variable y viceversa, por lo tanto, el así llamado campo electromagnético, es resumido por Parker como la interrelación entre campo eléctrico y magnético en una sola entidad física. (Parker, 1993)

Según la fuente, la interacción de una carga eléctrica por un metal induce un campo magnético que al ser dinámico viajan por el espacio a la velocidad de la luz y puede transmitir esa energía a otros conductores.

2.2.1.2. Radiación no ionizante (RNI)

- La radiación no ionizante se refiere a la radiación electromagnética, como las ondas ultravioletas, de luz, infrarroja y de radio, y las ondas mecánicas, como la infra y la ecografía. En la vida diaria, las fuentes comunes de RNI incluyen el sol, electrodomésticos, teléfonos móviles, Wi-Fi y hornos de microondas. Dentro del espectro electromagnético., RNI está situado por debajo de la banda de radiación ionizante que incluye rayos X. RNI tiene menos energía que la radiación ionizante y no puede eliminar los electrones de los átomos, es decir, RNI no puede ionizar (excepto una parte de la banda UV). RNI se sub agrupa en diferentes bandas de frecuencia o de longitud de onda. Los diferentes subgrupos tienen diferentes efectos en el cuerpo y requieren diferentes medidas de protección. (ICNIRP, 2016).

- La radiación ionizante es un tipo de energía liberada por los átomos en forma de ondas electromagnéticas (rayos gamma o rayos X) o partículas (partículas alfa y beta o neutrones). La desintegración espontánea de los átomos se denomina radiactividad, y la energía excedente emitida es una forma de radiación ionizante. Los elementos inestables que se desintegran y emiten radiación ionizante se denominan radionúclidos. Cada radionúclido se caracteriza por el tipo de radiación que emite, la energía de la radiación y su semivida (OMS, 2016)

Según la fuente la radiación no ionizante (RNI) no tiene suficiente energía para causar la ruptura de las moléculas que sí produce la energía de la radiación ionizante.

2.2.1.3. Densidad de potencia (S)

- La densidad de potencia en un punto del espacio depende de la potencia radiada, direccionalidad de la antena y de la distancia. La densidad de potencia radiada es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Se define como la “Potencia por unidad de Área” [W/m²] o Watts por metro cuadrado, pero es común el uso de densidades de potencia expresadas en miliwatts por centímetro cuadrado [mW/cm²], o también en microwatts por centímetro cuadrado [μW/cm²]. El cálculo de intensidad de potencia para un punto, se determina suponiendo que el campo no es perturbado por ningún cuerpo, es decir, sin ningún tipo de obstáculo que se interponga entre la antena y el punto a definir la densidad de potencia. (Tomasi, 2003)

- La potencia de una onda electromagnética cualquiera puede definirse mediante el vector de Poynting en el cual apunta hacia la dirección de propagación de la onda. La potencia contenida en un área se debe realizar la integral cerrada del vector de poyting, como se muestra a continuación: (Aquino, 2008)

$$P = \oint_S \mathbf{W} \cdot d\mathbf{s} = \oint_S \mathbf{W} \cdot \mathbf{n} da$$

2.2.1.4. Tasa de absorción específica (SAR)

- La Tasa de Absorción Específica (SAR) es la medida de la cantidad de energía de RF que es absorbida por los tejidos del cuerpo humano, y se expresa en W/kg. Las recomendaciones ICNIRP consideran dos tipos de SAR dentro de las restricciones básicas: el SAR de cuerpo entero, que se produce en una persona por acción de las ondas emitidas por una estación base, y el SAR localizado, que es el que se aplica para determinar si un teléfono móvil cumple con las recomendaciones de seguridad. Los límites de exposición ICNIRP para exposición localizada toman en consideración la capacidad termorreguladora de la cabeza, considerando un máximo de 1 °C de elevación de temperatura en sus tejidos más sensibles e incorporan un factor de seguridad que, en el caso de la exposición de los usuarios, está en el orden de 50. (Cruz, 2014, p.36)
- La tasa de absorción específica (SAR) es una medida de la potencia máxima con que un campo electromagnético de radiofrecuencia es absorbido por el tejido vivo, aunque, también se puede referir a la absorción de otras formas de energía por el tejido, incluyendo ultrasonido. Se define como la potencia absorbida por la masa de los tejidos

y tiene unidades de vatios por kilogramo (W/kg). Se emplea para frecuencias entre 100 kHz y 100 GHz, es decir, radiación no ionizante, y en particular para teléfonos móviles y resonancia magnética. La tasa SAR puede calcularse a partir del campo eléctrico medido dentro del tejido, de acuerdo con la ecuación: (Carcamo, 2016)

$$\text{SAR} = \frac{1}{V} \int_{\text{muestra}} \frac{\sigma(\mathbf{r}) |\mathbf{E}(\mathbf{r})|^2}{\rho(\mathbf{r})} d\mathbf{r}$$

2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. Hipótesis General

Los efectos de la radiación no ionizante en la salud de los residentes varones entre 20 y 25 años de la localidad de Campoy es el efecto térmico que se manifiesta con el aumento de temperatura del cuerpo y efecto no térmico como la acumulación de energía en la piel.

2.3.2. Hipótesis secundarias

La densidad de potencia en la región de campo lejano llega a producir la inducción de bajos niveles de corriente y voltaje en relación a la característica acumulativa de la piel del cuerpo humano de los residentes varones entre 20 a 25 años de la localidad de Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho.

La tasa de absorción específica en la región de campo cercano reactivo llega a producir el aumento de aproximadamente 1° con respecto a la masa de los tejidos del cuerpo humano de los residentes varones entre 20 a 25 años de la localidad de Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho.

CAPÍTULO 3: PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN

3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.1.1. Población

La población de estudio son los 90,654 habitantes de la zona 1 de San Juan de Lurigancho que abarca las comunas de Zarate, Mangomarca, Azcarruz y Campoy en el distrito de San de Juan de Lurigancho.

3.1.2. Muestra poblacional

La muestra poblacional es un subconjunto de individuos varones de la comuna de campoy. La fórmula para calcular el tamaño de muestra cuando se conoce el tamaño de la población es la siguiente:

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Tamaño de muestra: $N = 700$

Nivel de Confianza: $Z = 95\% = 1.96$

Probabilidad de éxito: $P = 50\% = 0.5$

Probabilidad de fracaso: $Q = 50\% = 0.5$

Precisión: $D = 5\% = 0.05$

Aplicando la fórmula:

$$n = \frac{500 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2 \times (500 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = 217.4917342$$

Redondeando $n = 217$ varones

Lo que establece la muestra poblacional en 217 varones.

3.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recopilación de datos se realiza por medio de la aplicación de entrevistas personales y encuestas de opinión, para determinar la información que tiene la población estudiada en referencia a la radiación no ionizante.

3.2.1. Entrevistas

La entrevista consiste en un cuestionario de 15 preguntas dirigido a dos ingenieros con experiencia en radiación no ionizante, catedráticos de la carrera de ingeniería de telecomunicaciones y electrónica de la universidad tecnológica del Perú.

3.2.2. Encuesta de opinión

La encuesta se realiza a los pobladores de la asociación de vivienda Huancayo en la localidad de Campoy, compuesta por un total de 15 preguntas.

3.2.3. Ficha Técnica

Es el escrito que contiene información técnica sobre la encuesta o entrevista realizada, sirve para documentar la manera en que fue realizada la encuesta o entrevista.

FICHA TÉCNICA DE ENCUESTA

1. Objetivo

Obtener información sobre el conocimiento que tienen los residentes varones entre 20 y 25 años de la localidad de Campoy en referencia a los efectos en la salud de la radiación no ionizante; cuya muestra calculada sea estadísticamente confiable y representativa, de manera que los datos recolectados permitan obtener conclusiones válidas.

2. Diseño muestral

2.1. Universo: Residentes varones de la localidad de Campoy en 20 a 25 años

2.2. Tamaño de la muestra: Conformado por 217 personas escogidos de manera aleatoria

2.3. Error muestral: +/- 5 %

2.4. Nivel de Confianza: 95%

2.5. Heterogeneidad: P=50% y Q=50%

3. Trabajo de campo

3.1. Instrumento de recolección de datos: Cuestionario con preguntas cerradas

3.2. Técnica de investigación: Técnica de encuestas por muestreo

3.3. Fecha de aplicación del cuestionario: sábado 18 al domingo 26 de mayo

FICHA TÉCNICA DE ENTREVISTA

1. Dirección

La entrevista de este trabajo de investigación ha sido realizada por Jefferson Angel Moreno Moncada, estudiante de la carrera de ingeniería de telecomunicaciones de la universidad tecnología del Perú 2015 – 2019.

2. Técnica

El tipo de entrevista utilizado fue la entrevista en profundidad individual y estructurada. Se realizan preguntas relacionado con la radiación no ionizante y sus efectos.

3. Fecha de realización:

Mes de junio del año 2019

4. Listado de entrevistados:

Catedrático de la universidad tecnológica del Perú: Orlando Augusto Jauregui Lopez

Catedrático de la universidad tecnológica del Perú: Javier Eulogio Samaniego Manrique

3.3. SOLUCIONES POR EVALUAR

Se toma como referencia los límites máximos permisibles de radiaciones no ionizantes, que se basan en el D.S. N° 038-2003-MTC del 06 de Julio de 2003 y las pautas de ICNIRP para RF del 11 de Julio del 2018, y establecen magnitudes de referencia de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 1.

Límites máximos permisibles para exposición ocupacional.

Rango de Frecuencias	Intensidad de Campo Eléctrico (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (A/m)	Densidad de Potencia (W/m ²)
9 – 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	3 f ^{0.5}	0.008 f ^{0.5}	f / 40
2 – 300 GHz	137	0.36	50

Nota: Recuperado de D.S. N° 038-2003-MTC, El Peruano, Normas Legales. p. 247643

Tabla 2.

Límites máximos permisibles para exposición poblacional.

Rango de Frecuencias	Intensidad de Campo Eléctrico (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (A/m)	Densidad de Potencia (W/m ²)
9 – 65 KHz.	87	5	-
0.065 - 1 MHz	87	0.73 / f	-
1 – 10 MHz	87 / f ^{0.5}	0.73 / f	-
10 – 400 MHz	28	0.073	2
400 – 2000 MHz	1.375 f ^{0.5}	0.0037 f ^{0.5}	f / 200
2 – 300 GHz	61	0.16	10

Nota: Recuperado de D.S. N° 038-2003-MTC, El Peruano, Normas Legales. p. 247643

Para la medición de los equipos terminales se empleará el SAR, de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 3.

Limites básicos para la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos.

Características de exposición	Banda de frecuencias	SAR media de cuerpo entero (W/kg)	SAR localizada (cabeza y tronco) (W/kg)	SAR localizada (miembros) (W/kg)
Exposición ocupacional	10 Mhz a 6 Ghz	0.4	10	20
	>6 Ghz a 300Ghz	0.4	---	---
Exposición poblacional	10 Mhz a 6 Ghz	0.08	2	4
	>6 Ghz a 300Ghz	0.08	---	---

Nota: Recuperado de Guidelines for limiting exposure to time-varying electric magnetic and electromagnetic fields (100 KHz to 300 Ghz), ICNIRP., 2018, ICNIRP Guidelines, p.14

Teniendo en consideración que las estaciones radioeléctricas objeto del estudio, emiten ondas electromagnéticas dentro de una zona urbana, en la cual el promedio de los residentes varones es de raza mestiza con piel trigueña y están entre los 20 a 25 años, por lo cual se toman los siguientes límites máximos permisibles de radiación no ionizante:

Tabla 4.

Límites máximos permisibles de exposición poblacional para el área de estudio.

Rango de Frecuencias	Exposición Poblacional		
	Intensidad de Campo Eléctrico (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (A/m)	Densidad de Potencia (W/m ²)
2 – 300 GHz	61	0.16	10
	SAR media de cuerpo entero (W/kg)	SAR localizada (cabeza y tronco) (W/kg)	SAR localizada (miembros) (W/kg)
10 Mhz a 6 Ghz	0.08	2	4
>6 Ghz a 300Ghz		-	-

Nota: Auditoria propia

3.4. CRITERIOS DE SOLUCIÓN

Se plantea el siguiente cuadro comparativo de los diferentes criterios de solución:

Tabla 5.

Cuadro Comparativo de los diferentes criterios de solución.

Magnitudes	Región	Descripción	Viabilidad
Densidad de potencia.	Campo cercano reactivo	Región que está más cerca de una estación radioeléctrica u otra estructura de radiación y contiene la mayoría o casi toda la energía almacenada.	No aplicable
	Campo cercano radiante	Región donde el campo de radiación predomina sobre el campo reactivo, pero adolece de carácter de onda plana y es de estructura complicada.	No aplicable
	Campo lejano	Región del campo de una estación radioeléctrica donde la distribución de campo electromagnético angular, es esencialmente independiente de la distancia a la antena. En esta región el campo tiene un carácter predominante de onda plana.	Aplicable
Tasa de Absorción Específica (SAR).	Campo cercano reactivo	Región que está más cerca de una estación radioeléctrica u otra estructura de radiación y contiene la mayoría o casi toda la energía almacenada.	Aplicable
	Campo cercano radiante	Región donde el campo de radiación predomina sobre el campo reactivo, pero adolece de carácter de onda plana y es de estructura complicada.	No aplicable
	Campo lejano	Región del campo de una antena donde la distribución de campo electromagnético angular, es esencialmente independiente de la distancia a la antena. En esta región el campo tiene un carácter predominante de onda plana.	No aplicable

Nota: Tabla de Auditoria Propia. Teórica descrita recuperado de estudio teórico de radiaciones no ionizantes de una estación de microondas ubicada en huampani, de Torres.,2013 Informe Técnico N° 0006-2013.

A partir de la comparación previamente descrita para la medición y verificación, se debe tener en consideración:

Tabla 6.

Resumen de información para la medición

Las mediciones se clasifican	Magnitudes por medir	Región donde se mide
Emplazamientos fijos	Densidad de potencia.	Campo lejano
Equipos móviles, Portátiles y/o terminales portátiles	Tasa de Absorción Específica (SAR).	Campo cercano reactivo

Nota: Auditoria Propia.

3.4.1. Fuentes de RF

Se exponen en el siguiente cuadro diferentes tipos de fuentes de radiofrecuencias:

Tabla 7.

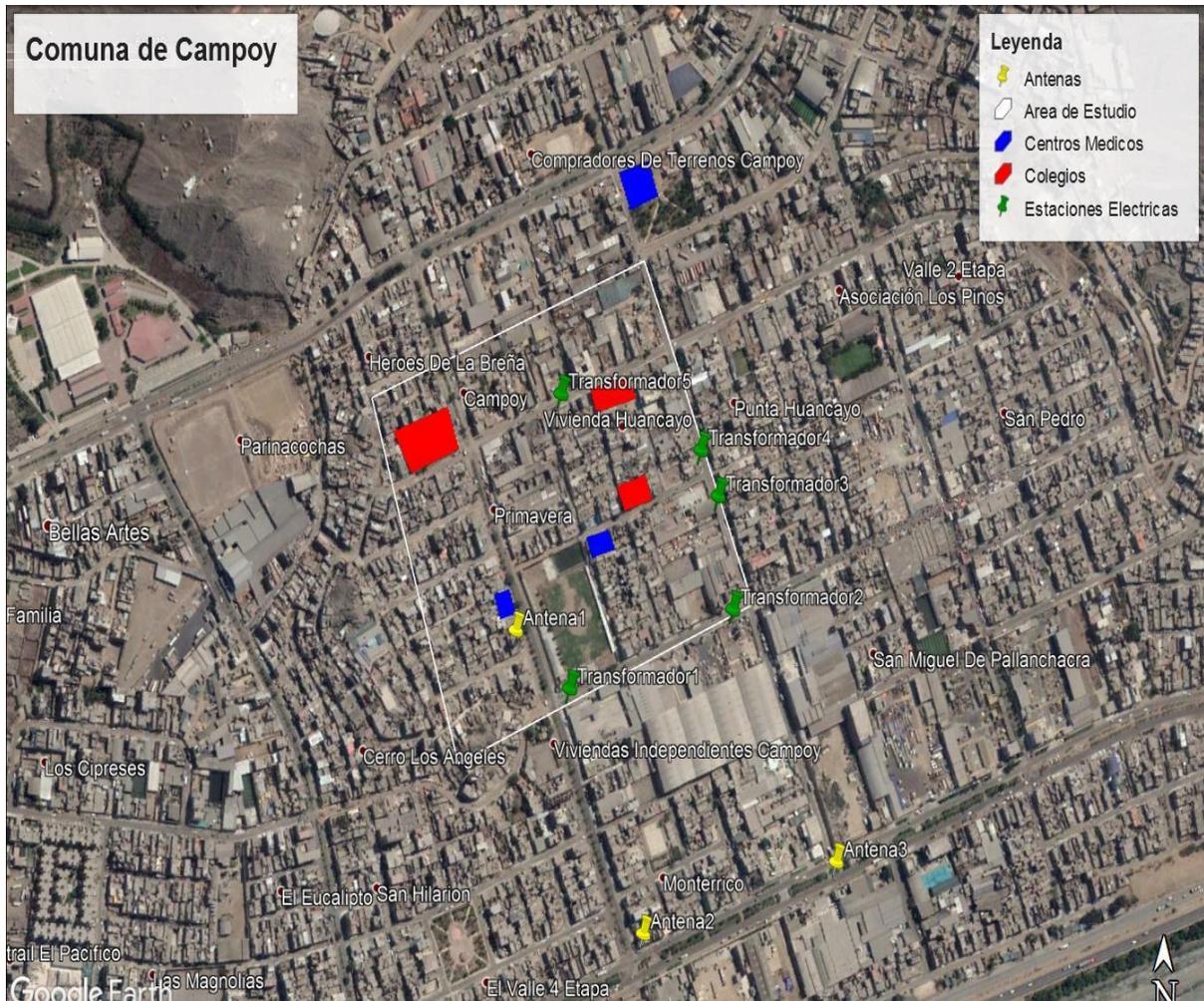
Principales fuentes de RNI

TIPO	POTENCIA TÍPICA (W)	EXPOSICIÓN TÍPICA (%)
Transmisor radio FM	20 000.00	2
Transmisor TV	20 000.00	2
Estación base teléfono DECT	0.25	2
Teléfono móvil GSM 900 MHz	2	50
Teléfono móvil GSM 1800 MHz	1	50
Teléfono móvil UMTS	0.25	25
Antena direccional de macro celda (sobre torre o poste)	50	0.1-1.0
Antena direccional de micro celda (en la fachada de un edificio)	5	0.1-1.0
Antena direccional de pico celda (en el interior de un edificio)	1	1
Horno de microondas	2 000.00	1
Transmisor punto de acceso Wi-Fi	0.1	1
Antena omnidireccional WiMAX	1	1

Nota: Recuperado de Protección Radiológica contra Radiaciones No Ionizantes de los Servicios de Telecomunicaciones en el Perú. Cruz, 2014.

3.4.2. Ubicación de las estaciones radioeléctricas en el área de estudio

La ubicación de las estaciones radioeléctricas en la localidad de Campoy es la siguiente:



3.4.3. Mediciones/Simulación para campo lejano:

Aunque no se pudo contar con el equipamiento profesional idóneo para realizar las mediciones, este punto se logra con la ayuda de la aplicación para Android “ElectroSmart – Diagnostico exposición inalámbrica” la cual nos permite analizar la densidad de potencia de las estaciones radioeléctricas en centro del área de estudio usando un teléfono móvil. El análisis no solo es sobre un radiante sino la acumulación de energía radiada en un determinado lugar específico.

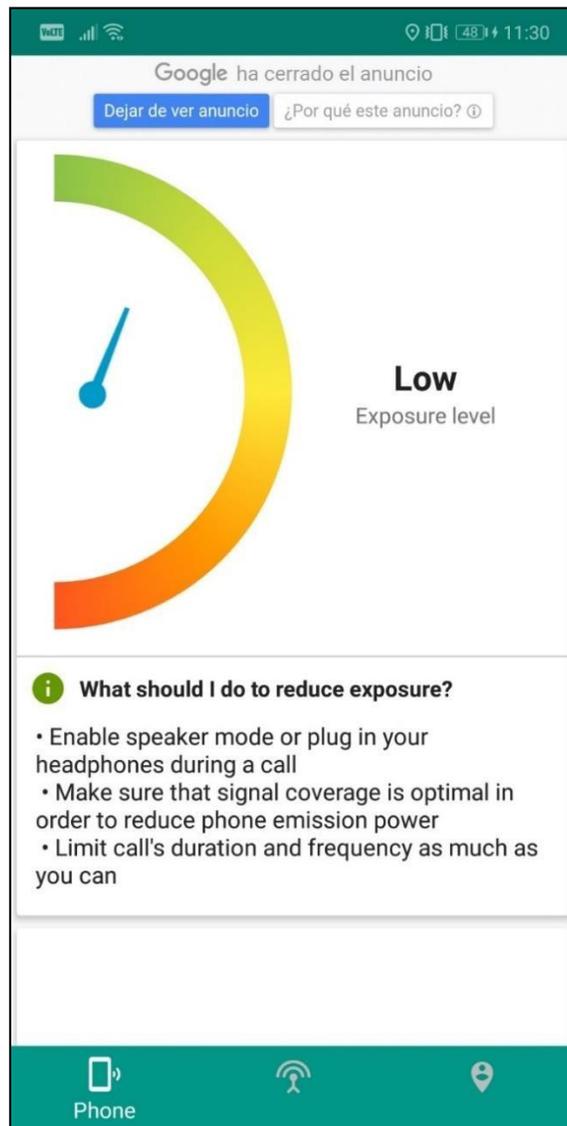


The screenshot shows the 'Cellular antennas' app interface. At the top, there's a status bar with LTE signal, battery at 48%, and time 11:30. Below that, a back arrow and the title 'Cellular antennas'. A section for 'Operator unknown & 2 other sources' shows a green signal strength indicator. The main content is a table of antenna details and power levels.

Antenna details	Power
4G Operator unk... (serving i... MCC: 716 MNC: 17 TAC: 29 ECI: 1418755 EAR: 2250 eNB: 5542 CID: 3 TA: -- RSRP: -104 PCI: 76 Power: 39.8 fW RSRQ: -8 CQI: -- RSSNR: --	39.8 fW ●
4G Operator unkno... (neighb... MCC: 716 MNC: 17 TAC: -- ECI: -- EAR: 2250 eNB: -- CID: -- TA: -- RSRP: -114 PCI: 112 Power: 4.0 fW RSRQ: -23 CQI: -- RSSNR: --	4.0 fW ●
4G Operator unkno... (neighb... MCC: 716 MNC: 17 TAC: -- ECI: -- EAR: 2250 eNB: -- CID: -- TA: -- RSRP: -129 PCI: 47 Power: 125.9 aW RSRQ: -27 CQI: -- RSSNR: --	125.9 aW ●

3.4.4. Mediciones/Simulación para campo cercano reactivo:

Aunque no se pudo contar con el equipamiento profesional idóneo para realizar las mediciones, este punto se logra con la ayuda de la aplicación para Android “SAR Watch” la cual nos permite analizar el nivel de SAR del equipo móvil donde está instalado durante llamadas de voz. Así mismo, nos permite analizar el nivel de SAR emitidos por las estaciones radioeléctricas y redes Wi-fi cercanas.

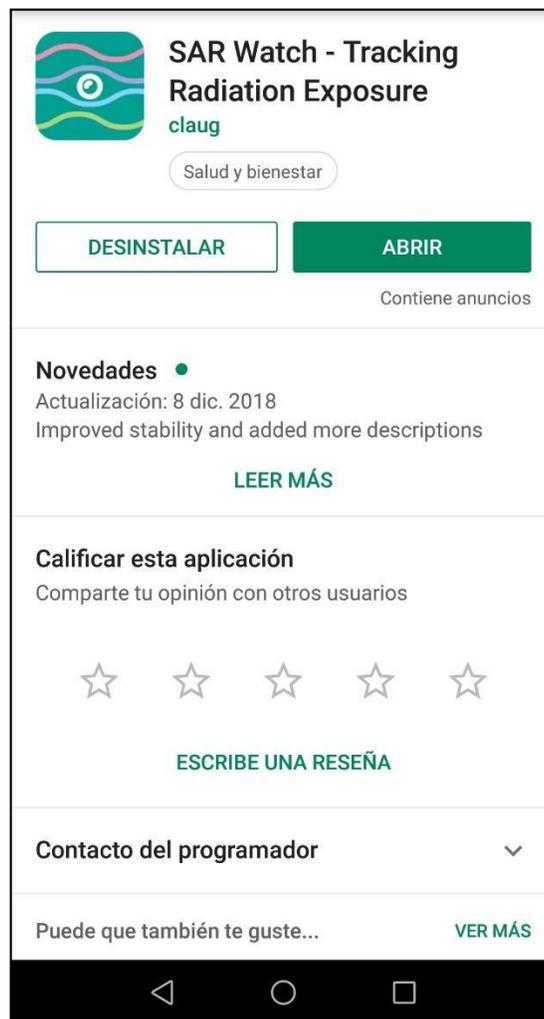


3.5. RECURSOS NECESARIOS

De acuerdo con la investigación, se procede a detallar las aplicaciones utilizadas para estas mediciones:

3.5.1. SAR Watch

Aplicación gratuita de la tienda de Google utilizado para medir la tasa de absorción específica (SAR) que emite un móvil durante llamadas. Lamentablemente no brinda la cantidad cuantitativa de la magnitud medida. Pero nos indica si tiene un nivel alto o bajo.



3.5.2 ElectroSmart – Diagnostico exposición inalámbrica

Aplicación gratuita de la tienda de Google utilizado para medir la densidad de potencia que emiten los dispositivos inalámbricos cerca de ti. Lamentablemente no brinda las medidas de las centrales eléctricas. Pero nos indica la densidad de potencia de las antenas de telecomunicaciones.



Tabla 8.

Resumen de recursos utilizados

Recurso	Cantidad
Equipo móvil Marca: Huawei Modelo: P20 Lite Sistema Operativo: Android Versión: 9.1	1
Aplicación: Nombre: SAR Watch Descargado: PlayStore Costo: Gratis	1
Aplicación: Nombre: ElectroSmart – Diagnostico exposición inalámbrica Descargado: PlayStore Costo: Gratis	1

Nota: Auditoria Propia.

3.6. ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA

Es viable, ya que, la magnitud densidad de potencia y tasa de absorción específica son las magnitudes que adopta la Comisión Internacional sobre Protección Frente a Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) dentro de la pauta recomendada publicado en el año 2018. Así mismo, estas magnitudes son las mismas que establece el Gobierno del Perú para referenciar a los límites máximos permitidos para radiaciones no ionizantes.

Si bien no se tiene información técnica validada en forma científica de las aplicaciones utilizadas para la medición, podemos determinar que lo obtenido en esta investigación se asocia a una simulación y los resultados obtenidos brindan una referencia del nivel de radiación real en el área de estudio que deberán ser validadas con equipo profesional especializado para este campo. Pero es suficiente para poder determinar un resultado viable y deja antecedentes para establecer un proyecto y ratificar el resultado.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. RESULTADOS

- Se confirma que la radiación no ionizante no llega a producir el efecto térmico que se manifiesta con el aumento de temperatura promedio del cuerpo ni el efecto no térmico como la acumulación de energía en la piel de residentes varones entre 20 a 25 años de la localidad de Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho.
- Se confirma que la densidad de potencia en la región de campo lejano desde la estación radioeléctrica no supera el límite máximo permitido para la exposición poblacional por lo cual no llega a producir la inducción de corrientes o voltajes en la piel de residentes varones entre 20 a 25 años de la localidad de Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho.
- La radiación no ionizante en la región de campo cercano reactivo con respecto a la masa de los tejidos del cuerpo de residentes varones entre 20 a 25 años de la localidad de Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho no llega a producir el aumento de temperatura promedio de aproximadamente 1°C del cuerpo ya que se demuestra que el nivel de SAR tiene un nivel de referencia bajo con respecto al límite poblacional permitido.

4.2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.2.1. Conclusiones

- La producción de los efectos de la radiación no ionizante en la salud está supeditada a si se sobrepasa o no al límite máximo permitido para exposición poblacional establecido por ICNIRP y adoptados por el Gobierno del Perú, en la localidad de Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho.
- La densidad de potencia en la región de campo lejano induce bajos niveles de corriente y voltaje en relación a la característica propia de cada tipo de piel siendo la más afectada la persona de piel clara. Dentro del área de estudio el promedio de los residentes varones es de raza mestiza con piel trigueña y están entre los 20 a 25 años de la localidad de Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho.
- Dentro de la región de campo cercano reactivo la tasa de absorción específica (SAR) debe ser evaluado no solo para SAR medio del cuerpo entero sino incluir el SAR localizado en la cabeza, tronco y miembros de los residentes varones entre 20 a 25 años de la localidad de Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho.

4.2.2. Recomendación

Para obtener un resultado más exacto se debe disponer de un proyecto en el cual realizar la medición con equipo profesional especializado en distintos puntos de la región del campo lejano de las estaciones radioeléctricas con el cual evaluar si el resultado sobrepasa el límite máximo permitido para exposición poblacional y en la región de campo cercano reactivo no solo se debe evaluar el SAR medio del cuerpo entero sino incluir los resultados para el SAR localizado en la cabeza, tronco y miembros de residentes varones entre 20 a 25 años de la localidad de Campoy en el distrito de San Juan de Lurigancho

BIBLIOGRAFÍA

[1] Flores, D. A. D. L., Raygoza, N. P., & Lemus, H. L. L. (2017). Comparación de estrés oxidativo en personas expuestas y no expuestas a radiación ionizante. *Jóvenes en la ciencia*, 3(2), 227-231.

[2] Olmos, J. L., & Valdés, L. P. (2017) Radiaciones ionizantes durante el embarazo, los riesgos. *Rev. Obstet. Ginecol.- Hosp. Santiago Oriente Dr. Luis Tisné Brousse*. 2016; 11(2): 113-121

[3] Cruz Ornetta, V., Ubillús Gonzales, J., & Medina Calderón, A. (2017). Protección Radiológica contra Radiaciones No Ionizantes de los Servicios de Telecomunicaciones en el Perú – 2014. *Paideia*, 4(5), 180 - 192. Consultado de: <http://revistas.urp.edu.pe/index.php/Paideia/article/view/920>

[4] Organización Mundial de la Salud (OMS). Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección. Nota descriptiva. Abril del 2016. Consultado de: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>

[5] World Health Organization. (2016). Communicating radiation risks in paediatric imaging: information to support health care discussions about benefit and risk. Publicación. Consultado de: http://www.who.int/maternal_child_adolescent/documents/radiation-risks-paediatric-imaging/es/

[6] Trejo, J. M. (2017). Propuesta de modelo conceptual para la medición de niveles de riesgo por radiación no ionizante. *Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 4(1).

[7] Ordóñez-Romero, Á. (2017). Efectos de las radiaciones ionizantes sobre los seres vivos.

[8] Fagua, A. L. F., Abril, R. N. P., & Casas, J. D. R. (2016). Efectos adversos en la salud a causa de las redes WIFI de comunicación inalámbrica. *Cultura científica*, (14), 34-45.

[9] Organización Mundial de la Salud (OMS). Campos electromagnéticos y salud pública: teléfonos móviles. Publicación. Octubre del 2014. Consultado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/electromagnetic-fields-and-public-health-mobile-phones>

[10] Organización Mundial de la Salud (OMS). Campos electromagnéticos (CEM). Publicación. Agosto del 2016. Consultado de: <https://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/>

[11] Sienkiewicz, Z., van Rongen, E., Croft, R., Ziegelberger, G., & Veyret, B. (2016). A closer look at the thresholds of thermal damage: workshop report by an ICNIRP Task Group. *Health physics*, 111(3), 300.

[12] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (100 kHz TO 300 GHz). Publicación. Julio del 2018. Consultado de: https://www.icnirp.org/cms/upload/consultation_upload/ICNIRP_RF_Guidelines_PCD_2018_07_11.pdf

[13] Morán Pincay, S. A. (2016). Estudio sobre la radiación de ondas no ionizantes emitidas por las radio bases celulares asentadas en las zonas urbanas ubicado en la Flor de Bastión al noroeste de Guayaquil (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería en Teleinformática).

[14] Castillo Heredia, L. J. (2014). Estudio de los niveles de radiación electromagnética no ionizante producidas por las antenas de radio, televisión y estaciones base de telefonía celular en varias zonas de la ciudad de Riobamba (Bachelor's thesis).

[15] Gallego Serna, L. M., Torres Osorio, J. I., & Castañeda Salazar, J. A. (2014). Análisis dimensional del riesgo percibido por la exposición del público a radiaciones electromagnéticas emitidas por estaciones base de telefonía móvil. *Revista Luna Azul*, (39).

[16] Cruz Ornetta, V. (2014). *Las Comunicaciones Móviles e Inalámbricas y la Salud*. Lima, Perú: Fondo Editorial de la UNMSM.

[17] Tchernitchin, A. N. Informe al Proyecto “La Regulación Jurídica de la Contaminación Electromagnética en Chile”. Efectos de la Radicación Electromagnética sobre la Salud, Comisión de Salud y Medio Ambiente., Colegio Médico de Chile.

[18] Cheng, D. K. (1998). Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería (pp.81-82). Pearson Educación.

[19] Fowler, R. J. (1992). Electricidad: principios y aplicaciones (pp. 136). Reverté.

[20] Tomasi, W. (2003). Sistemas de comunicaciones electrónicas (pp. 380). Pearson educación.

[21] Schiavi, C. S. (2015). Participação social na gestão ambiental pública: mudanças na Lei Municipal n 8896/2002 de Porto Alegre que regula o licenciamento das Estações de Radiobase. Revista Monografias Ambientais, 14(1), 37-61.

[22] Pothakamury, U. R., Barletta, B. J., Barbosa-Cánovas, G. V., & Swanson, B. G. (1993). Inactivación de microorganismos en alimentos usando campos magnéticos oscilantes. Revista española de ciencia y tecnología de alimentos, 33(5), 479-489.

[23] Parker S.P. 1993. Encyclopedia of Physics. Second Edition. McGraw-Hill, USA. pp. 337-339.

[24] Aquino, R. H. (2008). Diseño, simulación y construcción de antenas tipo parche para bluetooth y WI-FI, bandas 2.4 ghz y 5.8 ghz.

Carcamo, H. K., Olivares, C. L., & Vera, C. A. (2016). Numerical Finite Difference Method of Electric Field Generated to determine the SAR Generated in a Microstrip Antenna type Applied to a WBAN. IEEE Latin America Transactions, 14(6), 2921-2926.

ANEXOS

Anexo N° 1 Glosario

Radiación ionizante. Es aquella propagación de energía de naturaleza electromagnética, que en su interacción con los seres vivos produce ionización.

Radiación No ionizante. Es aquella onda o partícula que no es capaz de arrancar electrones de la materia que ilumina produciendo, como mucho, excitaciones electrónicas.

Radioterapia. Técnica para el tratamiento del cáncer que utiliza haces de radiación ionizante.

Radiación electromagnética. Energía en forma de ondas proveniente de la electricidad y el magnetismo, que según la energía que transporta recibe diferentes nombres: luz visible, ultravioletas, ondas de radio, microondas y otros.

Radiofrecuencia. También denominado espectro de radiofrecuencia es un término que se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre los 3 hercios (Hz) y 300 gigahercios (GHz)

Fuentes de radiación. Hace referencia al origen de la radiación, Pueden ser naturales o artificiales.

Riesgo. es una medida de la magnitud de los daños frente a una situación peligrosa. El riesgo se mide asumiendo una determinada vulnerabilidad frente a cada tipo de peligro.

Cáncer. Proliferación descontrolada y anormal de células que causan enfermedad.

Dosis: Término para la cantidad de un agente químico o físico entregado a un órgano objetivo. Como no se conoce del todo el órgano objetivo ni el mecanismo de entrega para la mayoría de los efectos biológicos de los CEM, rara vez se puede definir una dosis de CEM, y en su lugar se utiliza el concepto de medida de exposición.

Anexo N°2 Formato de Entrevista

Entrevista dirigida a profesional especialista en electrónica/telecomunicaciones:

Nombre:

Especialidad:

Grado académico:

Años de experiencia en radiaciones no ionizantes:

1. ¿Qué son las radiaciones electromagnéticas?
2. ¿Qué daños pueden causar la RNI?
3. ¿Cómo está creciendo este tipo de radiación?
4. ¿Son malas para la salud?
5. ¿Se puede hablar de riesgo potencial de cáncer o también de otro tipo de problemas?
6. ¿Se estudian todas las radiaciones no ionizantes?
7. ¿Si estuviera en un equipo de investigadores en que ámbito de la radiación no ionizante trabajaría? ¿Porque?
8. ¿Habitualmente se mide la radiación en las ciudades?
9. ¿Ha aumentado?
10. ¿En Perú estamos dentro de unos niveles permitidos de exposición a la radiación?
11. ¿Cuánto tiempo se debe esperar para ver efectos a largo plazo en la salud?
12. ¿Qué población de riesgo es importante proteger?
13. ¿Cómo se pueden prevenir los daños causados por la RNI?
14. ¿Cuáles son las conclusiones de los estudios experimentales?
15. ¿Podemos adoptar algunas medidas de seguridad para minimizar el riesgo de las radiaciones?

Anexo N°3 Formato de Encuesta

Dirigida a la muestra poblacional seleccionada de la localidad de Campoy

Nombre:

Edad:

1. ¿Desde qué tiempo vive en esta dirección?
2. ¿De dónde crees que provienen las radiaciones?
50% de fuentes artificiales y 50% de fuentes naturales
20% de fuentes artificiales y 80% de fuentes naturales
80% de fuentes artificiales y 20% de fuentes naturales
3. ¿Cuál crees que es la fuente de radiación más importante?
Rayos X
Radiación solar
Antenas de telefonía
4. ¿Crees que la radiación no ionizante guarda alguna relación con la aparición de cáncer?
5. ¿Aceptarías la instalación de una antena de telefonía al lado de tu casa?
6. ¿Cuántas horas por día aproximadamente pasa en su casa?
7. ¿Ha tenido dolores de cabeza y con qué frecuencia?
8. ¿Ha padecido de Insomnio últimamente?
9. ¿Ha tenido algún problema con su sistema nervioso?
10. ¿Padece de pérdida de apetito?
11. ¿Padece de mareos leves?
12. ¿Padece de asfixia o sudoración?
13. ¿Padece de ligeros aumentos de temperaturas?
14. ¿Padece de enrojecimiento de la piel?
15. ¿Padece de hinchazón de la piel?

Anexo N°4 Ficha de Tarea de Investigación

Ficha de Trabajo de Investigación en opción al Grado de Bachiller en la carrera de Ingeniería de Telecomunicaciones (9).

Línea de Investigación: Investigación, desarrollo e innovación en la Electrónica, Robótica y las Telecomunicaciones

1. Título del trabajo.

Estudio de los efectos de la Radiación no Ionizantes en la salud humana de acuerdo a edad cronológica.

2. Indique el número de alumnos posibles a participar en este trabajo.

Dos (02)

3. Indique si el trabajo tiene perspectivas de continuidad después que el alumno obtenga el Grado Académico para la titulación por la modalidad de tesis o no.

El trabajo de investigación está orientado al estudio de los efectos de la Radiación no Ionizantes en la salud humana de acuerdo a edad cronológica, como un medio de reducción del riesgo contra la salud. Es factible continuar con el tema, utilizando sus observaciones y conclusiones para la adopción de medidas de control de riesgo de la salud, de las personas que laboran en el campo de las telecomunicaciones o hacen empleo de equipos de telecomunicaciones.

4. Enuncie 4 o 5 palabras claves que le permitan al alumno realizar la búsqueda de información para el Trabajo en Revistas Indizadas en WOS, SCOPUS, EBSCO, SRIELO, etc desde el comienzo del curso y otras fuentes especializadas.

El alumno puede emplear, para los efectos de la búsqueda de Información, los siguientes términos:

Keywords actuales	Scholar	DOAJ	openDOAR
Límite Máximo de Radiaciones Ionizantes No	Exitoso	Exitoso	Exitoso
Radiaciones Ionizantes No	Exitoso	Exitoso	Exitoso
Bioelectromagnetismo	Exitoso	Exitoso	Exitoso
CEM	Exitoso	Exitoso	Exitoso

5. Nombre el (o los) posible asesores del trabajo e indique las vías por las que el alumno puede ponerse en contacto con él (o los) para cualquier aclaración que requiera.

Ing. José Eduardo Torres Vega

6. **Especifique si el Trabajo de investigación contribuye a un trabajo de investigación de una Maestría o un doctorado de algún profesor de la UTP; si está dirigido a resolver algún problema o necesidad propia de la organización; si forma parte de un contrato de servicio a terceros; o corresponde a otro tipo de necesidad o causa (Explicar cuál)**

El trabajo de investigación "Estudio de los efectos de la Radiación no Ionizantes en la salud humana de acuerdo a edad cronológica", no guarda relación con trabajos de investigación de Maestría o Doctorado de Profesores de la UTP. Sus resultados pueden ser utilizados para la mejora del Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional de la UTP o la solución de problemas de empleo de la TIC

7. **Explique de forma clara y comprensible al alumno los objetivos o propósitos del trabajo de investigación.**

El trabajo de investigación "Estudio de los efectos de la Radiación no Ionizantes en la salud humana de acuerdo a edad cronológica", tiene por objetivo general el establecer las condiciones de su utilización para la mejora del Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional de la UTP o la solución de problemas de empleo de la TIC

8. **Brinde al alumno una primera estructuración de los componentes del trabajo de investigación que le permita iniciar organizadamente su trabajo y satisfacer los cuatro logros del curso.**

- Diagnóstico
- Problema, Objetivos, Justificación
- Marco Teórico
- Propuesta de Solución
- Resultados
- Conclusiones y Recomendaciones

Referencias Bibliográficas

Glosario de Términos

Anexos

9. **Incorpore todas las observaciones y recomendaciones que considere de utilidad al alumno y a los profesores del curso para poder desarrollar con éxito todas las actividades, tareas y logros previstos en el sílabo.**

Observaciones:

- El desarrollo del trabajo de investigación, requiere de Asesoría metodológica y técnica.
- La Biblioteca UTP, debe contar con suficiente bibliografía de texto y de formato electrónico, para garantizar el desarrollo de la investigación.

Recomendaciones:

- Que la Secretaría Académica de la UTP, considere la programación de horas académicas para el desarrollo guiado de los Proyectos de Investigación.
- Que la FISE, proponga la designación de un Profesor para que realice la Asesoría del trabajo de investigación, desde un enfoque metodológico y fundamentalmente técnico.

10. **Indique nombres y fechas de los docentes que propusieron este Trabajo de Investigación y el (o los) que elaboraron la ficha.**

Ing. Electrónico José Eduardo Torres Vega

27 de marzo de 2017

Anexo N°5 Matriz de Consistencia

Tabla 9.

Matriz de Consistencia

VARIABLES	DIMENSIONES
RNI	Densidad de potencia en la región de campo lejano
	Tasa de absorción específica en la región de campo cercano reactivo
Salud del ser humano	La característica acumulativa de la piel
	La masa de los tejidos

Nota: Auditoria Propia.

Anexo N°6 Cronograma de Actividades.

Tabla 10.
Cronograma de Actividades

ACTIVIDADES	Meses	Marzo	Abril				Mayo					Junio				Julio			
	Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Presentación y revisión de los trabajos del curso Formación para la Investigación.		■	■																
Se busca información, sobre el tema de investigación.			■	■															
Se trabaja en la problemática, problemas, objetivos y hipótesis del trabajo de investigación.				■	■														
Se trabaja en el estado del arte y bases teóricas.				■	■														
Avance de Trabajo de Investigación 1.						■													
Se define la población y muestra poblacional.						■	■												
Se trabaja en el planteamiento del problema, criterios de solución.						■	■	■											
Avance de Trabajo de Investigación 2.									■										
Se trabaja en los resultados, conclusiones y recomendaciones.										■	■	■							
Exposición individual del trabajo de investigación.													■						
Avance de Trabajo de Investigación 3													■						
Se levantan las observaciones hechas durante la sustentación del trabajo.														■	■	■			
Se plantea la estructura del plan de tesis.																		■	
Se levantan las observaciones hechas durante el planteamiento del plan de tesis.																		■	
Entrega del Plan de Tesis Final																			■

Nota: Auditoria Propia