

ANÁLISIS GEOESPACIAL DE LA POSIBLE AFECTACIÓN A LA SALUD
GENERADA POR LA RNI Y DIAGNÓSTICO DE MORBILIDAD SENTIDA EN
ZONAS RESIDENCIALES ALEDAÑAS A ANTENAS DE TELECOMUNICACIÓN
EN LA UPZ SUBA

JUAN PABLO RUIZ SUAREZ
SILVIA ALEJANDRA SANTAMARÍA GONZÁLEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C
2021

ANÁLISIS GEOESPACIAL DE LA POSIBLE AFECTACIÓN A LA SALUD
GENERADA POR LA RNI Y DIAGNÓSTICO DE MORBILIDAD SENTIDA EN
ZONAS RESIDENCIALES ALEDAÑAS A ANTENAS DE TELECOMUNICACIÓN
EN LA UPZ SUBA

JUAN PABLO RUIZ SUAREZ
SILVIA ALEJANDRA SANTAMARÍA GONZÁLEZ

Proyecto de grado presentado para optar al título de
INGENIERÍA AMBIENTAL

DIRECTOR:
JOHAN ALEXANDER ÁLVAREZ BERRIO
Ingeniero Ambiental y Sanitario
Magíster en toxicología

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C
2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente de Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá, 6 de diciembre de 2021

DEDICATORIA

“Dedico mi trabajo de grado principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional como ingeniera ambiental. A mis padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

De manera especial a mi compañero Juan Pablo Ruiz, por haberme brindado el apoyo y consejo a quien le debo su apoyo incondicional, por facilitarme los caminos para seguir, sin pedir nada a cambio y sin dudar de mi capacidad.”

Silvia A. Santamaria González

“Dedico este trabajo a mi madre, ya que gracias a todos sus esfuerzos, he podido salir adelante, ella ha sido mi apoyo en todos estos años y no hubiera sido posible culminar esta etapa sin su ayuda, a mi familia, a todos los maestros que han estado presentes en nuestro proceso y nos han guiado en cada etapa, a mis compañeros y amigos por todos los buenos momentos, a mi pareja por estar siempre presente, ayudarme en mis trabajos y días difíciles, a Dios por permitirme tomar las mejores decisiones en cada oportunidad y a mi Abuelita Alicia, que desde el cielo me cuida y sé que está orgullosa de todos mis logros.”

Juan P. Ruiz Suárez

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al profesor Johan Alexander Álvarez Berrio por su acompañamiento y dirección, gracias a sus conocimientos, experiencia y habilidades pudimos llevar a cabo este proyecto, por su paciencia, orientación y atención a cada una de nuestras consultas. Para nosotros es un orgullo tenerlo como director de grupo.

Agradecemos a los docentes de la Universidad Santo Tomás, por todas sus enseñanzas, ya que cada uno de ellos nos ha preparado para ser mejores personas y profesionales teniendo en cuenta la ética. Muchos de los conocimientos brindados se pusieron a prueba en el desarrollo de nuestro trabajo de grado.

CONTENIDO

	Pág.
<u>1 INTRODUCCIÓN</u>	15
<u>2 OBJETIVOS</u>	17
2.1 OBJETIVO GENERAL	17
2.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
<u>3 ANTECEDENTES</u>	18
<u>4 MARCO TEÓRICO</u>	22
<u>5 METODOLOGÍA</u>	27
5.1 LOCALIZACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO	27
5.2 ELABORACIÓN DE MAPAS	28
5.3 DIAGNÓSTICO DE SALUD Y TAMAÑO DE LA MUESTRA	30
5.3.1 ELABORACIÓN DE ENCUESTAS	30
5.3.2 TAMAÑO DE MUESTRA	32
5.4 MODELO DE FUERZAS MOTRICES Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	32
5.4.1 IDENTIFICACIÓN DEL EVENTO DE INTERÉS EN SALUD AMBIENTAL.	32
5.4.2 IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES.	32
5.4.3 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.	33
<u>6 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</u>	34
6.1 INVENTARIO DE ANTENAS	34
6.2 RESULTADOS DE MAPAS	34
6.3 RESULTADOS DE ENCUESTAS	42
6.4 RELACIÓN ENTRE CERCANÍA DE ANTENAS Y PADECIMIENTOS	46
6.5 RESULTADOS DEL MFM	47
6.6 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	50
<u>7 IMPACTO SOCIAL Y HUMANÍSTICO</u>	52
<u>8 CONCLUSIONES</u>	53

<u>9 RECOMENDACIONES</u>	<u>54</u>
<u>REFERENCIAS</u>	<u>55</u>
<u>ANEXOS</u>	<u>62</u>

LISTA DE TABLAS

	Pág.
<i>Tabla 1. Normativa aplicable al proyecto</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 2. Variables necesarias para realizar el mapa.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 3. Relación entre padecimientos y cercanía a antenas.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 4. Indicadores para el MFM.....</i>	<i>47</i>

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
<i>Gráfico 1. Distribución por rango de edad.....</i>	<i>43</i>
<i>Gráfico 2. Distribución por ocupación.....</i>	<i>43</i>
<i>Gráfico 3. Preguntas dicotómicas.....</i>	<i>44</i>
<i>Gráfico 4. Grado de afectación.....</i>	<i>44</i>
<i>Gráfico 5. Preguntas dicotómicas para padecimientos.....</i>	<i>45</i>
<i>Gráfico 6. Problemas cardíacos.....</i>	<i>45</i>
<i>Gráfico 7. Modelo de Fuerzas Motrices.....</i>	<i>50</i>

LISTA DE MAPAS

	Pág.
<i>Mapa 1. Ubicación de la UPZ 27 SUBA - LOCALIDAD SUBA.....</i>	<i>27</i>
<i>Mapa 2. Ubicación de antenas de telecomunicación en la UPZ Suba.....</i>	<i>34</i>
<i>Mapa 3. Relación entre antenas y lugares de interés.....</i>	<i>35</i>
<i>Mapa 4. Relación entre antenas y Unidades de Salud.....</i>	<i>36</i>
<i>Mapa 5. Relación entre antenas y Organizaciones Religiosas.....</i>	<i>37</i>
<i>Mapa 6. Relación entre antenas e IPS.....</i>	<i>38</i>
<i>Mapa 7. Relación entre antenas e Instituciones educativas.....</i>	<i>39</i>
<i>Mapa 8. Relación entre antenas y Centros comerciales.....</i>	<i>40</i>
<i>Mapa 9. Relación entre antenas y Centros Geriátricos.....</i>	<i>41</i>

LISTA DE IMÁGENES

Pág.

<i>Imagen 1. Agregar datos XY en ArcGIS.....</i>	<i>29</i>
--	-----------

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<i>Anexo A. Información suministrada sobre las antenas</i>	<i>62</i>
<i>Anexo B. Distribución de zonas para barrido.....</i>	<i>63</i>
<i>Anexo C. Encuesta de morbilidad sentida.....</i>	<i>64</i>
<i>Anexo D-1. Evidencia reconocimiento de campo 1</i>	<i>66</i>
<i>Anexo D-2. Evidencia reconocimiento de campo 2.....</i>	<i>67</i>
<i>Anexo D-3. Evidencia reconocimiento de campo 3.....</i>	<i>68</i>
<i>Anexo D-4. Evidencia reconocimiento de campo 4.....</i>	<i>69</i>
<i>Anexo D-5. Evidencia reconocimiento de campo 5.....</i>	<i>70</i>
<i>Anexo D-6. Evidencia reconocimiento de campo 6.....</i>	<i>71</i>
<i>Anexo D-7. Evidencia reconocimiento de campo 7.....</i>	<i>72</i>
<i>Anexo D-8. Evidencia reconocimiento de campo 8.....</i>	<i>72</i>
<i>Anexo D-9. Evidencia reconocimiento de campo 9.....</i>	<i>73</i>

RESUMEN

Los rápidos avances tecnológicos y la sociedad altamente tecnificada, contribuyen al aumento de las Radiaciones Electromagnéticas no ionizantes, debido al constante uso de dispositivos electrónicos, que, a su vez, generan un incremento en la instalación de antenas con el fin de garantizar un buen servicio. Este proyecto de investigación, se realizó en la UPZ No. 27 Suba, una de las más pobladas de la localidad. Presenta un análisis geoespacial mediante la ayuda del software ArcGIS, identificando las antenas de telecomunicación y las instituciones aledañas, posteriormente se verificó y actualizó el inventario de antenas mediante Google Maps. Así mismo, se realizó un estudio transversal de morbilidad sentida que permitió determinar la relación entre la cercanía de las antenas y los posibles efectos adversos en la salud, a través de un análisis descriptivo por medio de gráficos y una tabla de contingencia 2x2; finalmente se hizo un modelo de fuerzas motrices en el cual se tuvieron en cuenta indicadores que generan un aumento en la exposición a radiación y sus posibles consecuencias. Como resultado de esta investigación se identificó que la influencia de las antenas en la salud de la población no es significativa, ya que a las personas a las que se les realizó la encuesta no presentan ningún tipo de morbilidad. Además, los mapas permitieron identificar que son pocas las instituciones que se encuentran dentro de buffer de los 50 metros establecidos y, por último, el modelo permitió organizar la información identificando con mayor claridad factores influyentes en cuanto al incremento de las antenas y sus efectos en la salud.

Palabras clave: antena de telecomunicaciones, ArcGIS, estudio de morbilidad sentida, radiación electromagnética no ionizante, UPZ, modelo de fuerzas motrices.

ABSTRACT

Rapid technological advances and a highly technical society contribute to the increase of non-ionizing Electromagnetic Radiations, due to the constant use of electronic devices, which at the same time, generate an increase in the installation of antennas to guarantee a good service. This research project was executed at UPZ No. 27 Suba, one of the most populated of the city. It presents a geospatial analysis through the help of ArcGIS software, identifying telecommunication antennas and neighboring institutions, later the antenna inventory was verified and updated using Google Maps. Likewise, a transversal study of felt morbidity was carried out, which made it possible to determine the relationship between the proximity of the antennas and the possible adverse effects on health, through a descriptive analysis using graphs and a 2x2 contingency table; finally, a driving force model was made in which the indicators that generate an increase in radiation exposure and its possible consequences were taken into account. As a result of this research, it was identified that the influence of antennas on the health of the population is not significant, since the people who were surveyed do not present any type of morbidity. Also, the maps made it possible to identify that few institutions are within the buffer of the established 50 meters and, finally, the model allowed to organize the information, clearly identifying influential factors in terms of the increase in antennas and their effects in health.

Keywords: telecommunications antenna, ArcGIS, felt morbidity study, non-ionizing electromagnetic radiation, UPZ, driving force model.

1 INTRODUCCIÓN

Se estima que la población en Colombia alcanza los 51.07 millones de personas, en el año 2021 su incremento fue 0.9% lo que representa 463 mil nuevos habitantes, esto conlleva inevitablemente al crecimiento del uso de redes de telefonía móvil y a su vez a la instalación de antenas. En este mismo año el crecimiento de redes de telefonía móvil fue de 1,9%, lo que quiere decir que son 1.1 millones de dispositivos móviles nuevos conectados, cuya cifra corresponde a 60.83 millones en total (Alvino, 2021).

Según estudios de Cisco Visual Networking Index (VNI), en 2021 existen 11 billones de dispositivos y para 2023 esta cifra crecerá hasta los 13 billones, la cantidad de conexiones a través de celulares, tablets y portátiles superan a la población total en un 119%, es decir, casi el doble de la misma; debido a esto se hace necesario la instalación de varias antenas que permitan un rendimiento óptimo en la prestación de servicios, generando como consecuencia una constante exposición de las personas a radiación no ionizante que estos aparatos eléctricos producen (Cisco, 2020).

Así mismo, cabe resaltar que debido a los períodos de cuarentena y aislamiento, por motivos del COVID-19, se impulsó el teletrabajo y/o trabajo desde casa (Mintrabajo, 2020), 57% de las compañías Colombianas tiene el 80% de su estructura trabajando de forma remota (País, 2020), por ende las personas se encuentran rodeadas de aparatos electrónicos constantemente, lo cual genera una alerta para las autoridades sanitarias, ya que se considera que las Radiaciones Electromagnéticas No Ionizantes (RNI) podrían generar afectación en la salud de la población, ya sea en mayor o menor medida (OMS, 2014).

Teniendo en cuenta las cifras del censo demográfico de 2018, indican que la localidad de Suba es una de las más densamente pobladas de la ciudad de Bogotá con un total de 1.282.978 habitantes, lo que equivale al 15,4% del total de la ciudad (Montañez, 2019). Dentro de esta localidad, se encuentra la UPZ número 27 cuyo nombre es Suba, y cuenta con una población urbana de 134.709, de la cual 22.706 son personas vulnerables entre edades de 0 a 9 años y 9.223 se encuentra en edades de 60 años o más (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011). Muchas de estas personas se encuentran en zonas residenciales cercanas a antenas de telecomunicación de la UPZ.

Debido a esto, se afirma que la población más susceptible a las RNI es: niños(as), adultos mayores, personas con marcapasos, mujeres embarazadas y quienes tienen un sistema biológico sensible a estas radiaciones, así mismo se mencionan algunas edificaciones vulnerables como: instituciones educativas, jardines

infantiles, guarderías, hogares de bienestar familiar, centros de salud, hospitales y hogares geriátricos (Gallego et al., 2013).

Por esta razón, se realizan estudios constantemente para determinar los posibles efectos adversos a la salud de la población; la Organización Mundial de la Salud (OMS) así como otras organizaciones ha realizado investigaciones para determinar dichos efectos y a su vez establecer alternativas para reducir el riesgo de afectación a la población. Por ello, se creó el proyecto internacional de Campos Electromagnéticos (CEM) que tiene como objetivo evaluar las pruebas científicas de los posibles efectos sobre la salud de los mismos en el intervalo de frecuencia de 0 a 300 GHz (World Health Organization, s.f.), ya que esta es a la que se cree encontrar expuesta la población por más tiempo y en mayor medida.

Es por esto, que en el presente proyecto se realizó un análisis geoespacial de la posible afectación a la salud por este tipo de radiación y un estudio de morbilidad sentida en zonas residenciales aledañas a antenas de telecomunicación en la UPZ 27 Suba, para ello, fue generado un mapa en la herramienta ArcGIS, donde se incluyeron instituciones educativas, centros de salud, entre otros y las antenas que hacen parte de la UPZ; posteriormente para el estudio de morbilidad sentida se aplicó una encuesta que constó de 19 preguntas, realizando un análisis de una tabla de contingencia 2x2. Por último, se construyó un modelo de fuerzas motrices que posibilitó determinar la influencia de diferentes variables en la afectación de la salud.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la posible afectación a la salud generada por la RNI en zonas residenciales aledañas a antenas de telecomunicación en la UPZ No. 27 de Suba mediante una herramienta geoespacial.

2.1.1 Objetivos Específicos

- Analizar por medio de una correlación de datos los resultados obtenidos de un estudio de morbilidad sentida en la población y las posibles afectaciones a la salud que podría generar vivir cerca de una antena de telecomunicación.
- Proponer un posible modelo que permita identificar el riesgo a la salud a partir de los datos obtenidos en la herramienta geoespacial ArcGIS.
- Estimar la probabilidad de que se produzca un daño en la salud humana por la exposición a RNI en población vulnerable que reside cerca de las antenas de telecomunicaciones.
- Analizar las condiciones ambientales relacionadas con las radiaciones electromagnéticas que pueden afectar la salud de la población de la UPZ 27 Suba mediante un modelo de fuerzas motrices.

3 ANTECEDENTES

La parte fundamental de los sistemas de telecomunicación son las antenas, estas han sido diseñadas con el fin de emitir o de recibir ondas electromagnéticas, a medida que crecen los usuarios de telecomunicaciones, se hace necesaria la instalación de más estaciones base para garantizar un buen servicio; esto ha generado una gran preocupación por los efectos a la salud de las personas que viven o realizan actividades cerca de ellas y como consecuencia ha incitado a la investigación tanto a nivel nacional, como internacional (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, s.f).

Estas investigaciones a lo largo del tiempo han tenido dos enfoques, el primero está relacionado con las mediciones de la radiación emitida por las antenas de telecomunicación, estableciendo la frecuencia que estas emiten, qué rango es permisible y a qué distancia deben encontrarse de la población, como consecuencia, se han diseñado normas para tal fin. Por otro lado, el segundo enfoque está relacionado hacia la salud de la población, realizando análisis basados en estudios de morbilidad sentida, entre otros.

Teniendo en cuenta el primer enfoque, para el año 1996 la OMS inició investigaciones, con el fin de determinar la RNI emitida por las antenas de telecomunicación y evitar posibles afectaciones a la salud; para este se tuvieron en cuenta estudios de organismos e instituciones mundiales, los cuales contaban con datos verídicos de dichas emisiones. Se concluyó que si bien sus efectos no son significativos, se requiere continuar con las investigaciones y tomar medidas preventivas, como tener una distancia mínima de 30 metros entre las antenas y los seres humanos o cualquier establecimiento como guarderías o centros asistenciales (Rojas, 2009).

De acuerdo con lo anterior en 1998, la organización International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) sin ánimo de lucro, creó la guía de límites de exposición a campos eléctricos; la cual fue adoptada por la OMS, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la Unión Europea (UE) y por diversos gobiernos alrededor del Mundo (Ministerio del Ambiente, 2014).

Así mismo, la Academia de Ciencias de China (CAS) y el Laboratorio de Xiamen de entorno físico, hizo una investigación en la Isla Xiamen de China, donde se practicó un monitoreo a los campos electromagnéticos durante 6 años, con el fin de determinar la densidad de flujo magnético en diferentes zonas; se obtuvo como conclusión que es mayor la densidad en zonas residenciales que en las zonas urbanas, la potencia de radiación 2G y 4G se encuentra presente en mayor frecuencia en zonas educativas, la relación entre los campos electromagnéticos y las zonas, permite concluir que dependiendo de la zona es mayor la radiación; por

lo que un grupo de personas puede estar más expuesto que otro y a distintos tipos de radiación (Tang et al., 2019).

El Instituto de Salud Carlos III de España realizó un análisis de la percepción de las personas acerca de la exposición a los campos electromagnéticos antes y después de las mediciones tomadas en el lugar de estudio. Para este se utilizó una muestra de 387 mujeres a las cuales se les practicó una encuesta y se realizaron las mediciones correspondientes a los campos de frecuencia extremadamente baja y radiofrecuencia, luego de esto se volvió a practicar el cuestionario. Se procedió a realizar regresiones lineales múltiples para las preguntas establecidas y se pudo observar que el riesgo a la salud es muy alto y que las personas más expuestas son los jóvenes, por otro lado, no variaron mucho los resultados de las encuestas antes y después de darles a conocer los datos arrojados en las mediciones (Gallastegi et al., 2019).

De acuerdo con el segundo enfoque, la Universidad de Ibadan en Nigeria midió los niveles de estrés oxidativo en suero, cerebro y corazón de ratas Wistar albinas, para lo cual se utilizó una muestra de 45 ratones que se dividieron en 9 grupos, estos estuvieron expuestos en diferentes rangos a múltiples transceptores de radiación electromagnética, vibración y sonido de teléfonos móviles, durante 6 semanas. Los resultados de este estudio permitieron concluir que provocan una disminución en los niveles de glutatión peroxidasa, superóxido dismutasa y malondialdehído en el suero, el corazón y el cerebro. Se observó que la catalasa disminuye solo en el cerebro. Las actividades del óxido nítrico aumentaron en el cerebro y el corazón de los grupos de tratamiento expuestos a ambos tipos de teléfonos (Dauda Usman et al., 2020).

La Universidad Santiago Antúnez de Mayolo en Lima Perú, realizó un estudio que tenía como objetivo determinar la tasa de absorción de RNI de los tejidos de la piel. El estudio se realizó durante 6 meses a distancias de 2, 50 y 100 metros a la redonda de las estaciones de telefonía, sus resultados permitieron concluir que los efectos a la salud no son significativos y que por otro lado las empresas de telefonía móvil cumplen con los límites máximos de radiación establecidos en la norma nacional, por lo que recomendaron generar espacios con la población en los cuales se les pueda difundir la información (Olivera, 2019).

Por último, brindando un contexto nacional, estudios realizados en Colombia encontrados en el documento “Guía para la gestión de las DTS en la promoción de la salud relacionada con la exposición a los campos electromagnéticos generados por la telefonía móvil”, publicado en el año 2016, afirman que según la evidencia y estudios realizados, vivir o trabajar en una edificación que tiene antenas de telefonía móvil podría no tener consecuencias directas en la salud, puesto que la infraestructura de las mismas absorbe la radiación emitida y además que la potencia de radiación emitida por estas es muy baja y en estudios de emisión realizados, se

dice que los límites de radiación emitidos no superan los valores establecidos en la normativa actual de Colombia (Ministerio de Salud, 2016).

Así mismo, el Observatorio de Salud de Bogotá realizó un estudio que tenía como objetivo determinar la prevalencia de síndrome de radiofrecuencia según el sexo; para este se tuvo en cuenta una muestra de 16.997 personas a las que se les practico una encuesta que dio como resultado, que 856 personas presentaron síndrome de radiofrecuencia, de las cuales las más afectadas son las del sexo femenino. Por otro lado, cabe resaltar que en las viviendas la intensidad de los campos electromagnéticos depende de la distancia a la que se encuentren las líneas de suministro de energía, por esto se recomienda un nivel máximo de exposición de 100 μ T, según estudios se determina que en los últimos años se incrementó el uso de dispositivos, las encuestas arrojan que 291 personas tienen un uso diario de 5 o más electrodomésticos, esto debido al aumento de actividades virtuales por confinamiento (Observatorio de Bogotá, 2021).

En la ciudad de Bucaramanga se realizó un estudio que tenía el fin de examinar la contaminación provocada por la RNI emitida y concluir si las antenas de la zona cumplen con lo exigido en el decreto 195 de 2005 sobre límites de exposición. Para este se realizaron mediciones en campos de banda ancha en algunos sectores de dicha ciudad teniendo en cuenta cantidad de antenas; como resultado se obtuvo que dichas antenas no sobrepasan los límites establecidos en la norma, por lo que su afectación a la salud es casi nula, cabe resaltar que las intensidades tienen horas pico, debido al incremento del uso de teléfonos móviles en ciertas horas (Rodríguez et al., 2010).

En la ciudad de Cali se unieron varias universidades con el fin de realizar mediciones en campos electromagnéticos de 50 barrios de la misma ciudad, este trabajo nació debido a una fuerte preocupación originada de investigaciones en las que se afirman efectos en la salud de la población. Para esto se tuvo en cuenta la norma nacional en la que se establecen límites máximos de exposición y factores como distancia de la fuente de radiación y características de la misma para determinar qué tipo de medición se realizará. Este trabajo permitió concluir que los valores encontrados son inferiores al 0.5% del límite establecido por la Comisión Internacional para la Protección de las RNI y propusieron prevenir al máximo la exposición para así no generar ningún efecto, debido a que a este tipo de radiación se le atribuyen varias enfermedades que padecen algunos habitantes de la ciudad de Cali (Aponte, 2007).

La Universidad Nacional de la Ciudad de Bogotá junto con el Grupo de Medicina Nuclear Molecular, del Instituto Nacional de Cancerología, Bogotá hizo una revisión acerca de efectos biológicos producidos por campos electromagnéticos en hospitales y se incluyen recomendaciones a tener en cuenta cuando se diseñen zonas similares, debido que se debe proteger la salud del personal y demás. A pesar de que los efectos son mínimos, si se presentan riesgos y se deben de tomar

medidas sobre los mismos, además, recomiendan que en Colombia se tenga una legislación acorde, ya que actualmente se carece de la misma (Barbosa et al., 2013).

4 MARCO TEÓRICO

Desde el descubrimiento de la electricidad, las personas adquirieron dispositivos electrónicos domésticos y de telefonía móvil, esto hace que estén más expuestos a campos electromagnéticos (CEM) que son una combinación de ondas eléctricas y magnéticas que se desplazan simultáneamente y se propagan a la velocidad de la luz (Alonso et al., 2011).

Para que la telefonía móvil opere correctamente, se requieren estaciones base, las cuales utilizan celdas pequeñas que permiten tener buena cobertura y potencia. Estas permiten interconectar los teléfonos móviles mediante ondas electromagnéticas de radiofrecuencia. Las antenas que producen señales de radiofrecuencia (RF), son montadas sobre torres de transmisión, las cuales deben tener cierta altura para así tener una cobertura más amplia. Para poder efectuar la comunicación con otro usuario, el teléfono busca la estación base más cercana y desde esta la señal pasa a la central de telefonía móvil, para que así se pueda efectuar la llamada (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, s.f)

Por otro lado, los campos están compuestos por un campo eléctrico y un campo magnético ya que se encuentran relacionados con el voltaje, puesto que, entre más alto sea el voltaje, mayor será el campo de este. Un campo eléctrico existe aunque no haya corriente y cuando hay corriente, la magnitud del campo magnético cambiará con el consumo de energía, pero la fuerza del campo eléctrico quedará igual (Organización Mundial de la Salud, s.f.).

Así pues, es posible afirmar que cada aparato electrónico que deba ser conectado a la corriente genera un campo electromagnético. Además, no sólo en el hogar se producen campos electromagnéticos, también se generan en hospitales, cuando se usan los rayos X, o en las escuelas que usan televisores o video beam para proyectar sus clases, es decir, constantemente las personas se encuentran rodeadas de campos electromagnéticos (Lourdes, 2019).

Cuando los campos electromagnéticos son variables, se produce la radiación electromagnética ya que son paquetes de energía, partículas de “masa cero” denominados fotones, entre otros, que se rigen por la longitud de onda, que entre más corta sea, mayor será la energía. La radiación electromagnética se divide a su vez en ionizante y no ionizante (Federación de Enseñanza, 2009).

La Radiación Ionizante (RI) 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 (Organización Mundial de la Salud, 2016).

La Radiación No Ionizante (RNI) engloba toda la radiación y los campos del espectro electromagnético que no tienen suficiente energía para ionizar la materia. Es decir, la RNI es incapaz de impartir suficiente energía a una molécula o un átomo para alterar su estructura quitándole uno o más electrones (Bengt, s.f.).

Al igual que cualquier forma de energía, la energía RNI tiene el potencial necesario para interactuar con los sistemas biológicos y las consecuencias pueden ser irrelevantes, perjudiciales en diferentes grados o beneficiosas (Bengt, s.f.).

Es por esto que se hacen necesarios más estudios referentes a este tipo de radiación, ya que los existentes no concluyen de manera explícita las consecuencias que los efectos de las radiaciones pueden traer consigo a la salud.

Teniendo en cuenta la definición, las radiaciones no ionizantes se pueden dividir en tres grupos; en primer lugar campos de frecuencia extremadamente baja y frecuencia muy baja, estos se ubican en el espectro electromagnético entre los 3 a 30 Hz y entre los 30 a 300 HZ respectivamente; en segundo lugar, la Radiofrecuencia (RF), que está caracterizada por frecuencias entre 300 kHz a 300 GHz, es la sección del espectro usado en las telecomunicaciones (radio, televisión, radares, telefonía móvil) y por los hornos microondas cuya energía transportada es suficiente para generar calor, por último, el Infrarrojo Visible o Ultravioleta cuyas frecuencias del espectro electromagnético se encuentran entre los 300 GHz (300x10⁹Hz) y el inicio de la sección de radiación ionizante (aproximadamente desde 10¹⁷ Hz) (Mosquera, 2020).

De acuerdo a lo anterior, la diferencia de estos tipos de radiación, según la OMS, es la cantidad de energía que transportan, la RI, es capaz de romper moléculas y alterarlas debido a su gran capacidad de transporte, mientras que la RNI no es capaz de romper enlaces químicos (Organización Mundial de la Salud, s.f.). Teniendo en cuenta esta diferencia, es correcto afirmar que la RI, genera mayores afectaciones a la salud y por ende mayores complicaciones a la misma, sin embargo, al estar expuestos constantemente a cualquier tipo de radiación en un periodo de tiempo largo, tarde o temprano se generará algún efecto adverso.

En lo que respecta a la OMS, la salud se define como “un estado de completo bienestar físico, mental y social, no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades” (Organización Mundial de la Salud, s.f.), por lo cual se infiere, que cualquier efecto adverso o malestar al bienestar de las personas podría considerarse como ausencia de salud.

Por lo anterior, la exposición a RNI en niveles más bajos induce cambios en la excitabilidad neuronal en el sistema nervioso central que podrían afectar la memoria, cognición y otras funciones cerebrales, la presencia de estos efectos agudos sobre el sistema nervioso forma la base de las recomendaciones internacionales (Cruz, 2009).

Además de esto, la International Agency for Research on Cancer, clasifica este tipo de radiación como categoría 2B, el cual indica que es un posible causante de esta enfermedad en animales, aunque varios estudios sugieren que el nivel de radiación es muy bajo y en humanos no causa mayor complicación, se requiere de mayores estudios que puedan corroborar la relación entre la exposición y el cáncer (Mosquera, 2020). La clasificación de la IARC para los campos magnéticos de ELF es como “posiblemente carcinogénicos para los seres humanos” permanece vigente a la fecha ya que los estudios posteriores al 2001 no han podido demostrar la relación causa-efecto (Cruz, 2009).

En los niños, la exposición prolongada a este tipo de radiación podría traer consigo la leucemia y en las madres, un aborto espontáneo o malformaciones en el feto. Se han estudiado posibles efectos secundarios de la exposición prolongada a niveles bajos de RNI y se han encontrado efectos como el aumento de la depresión, el suicidio disfunción reproductiva, desordenes del desarrollo, modificaciones inmunológicas, enfermedades neurológicas y del corazón (Cruz, 2009), sin embargo, se requieren más estudios que puedan corroborar esta información.

Los estudios realizados por las diferentes entidades y organizaciones, analizan de variadas maneras las posibles afectaciones de RNI sobre las personas, una de las formas de análisis tiene como base la estadística descriptiva, que como su nombre lo indica describe a la totalidad de individuos de una población, analizando un grupo específico de datos, sin extraer conclusiones (inferencias) sobre la población a la que pertenecen (Faraldo & Pateiro, 2013).

Por otro lado, el Modelo de Fuerzas Motrices (MFM) fue propuesto por Carlos Corvalán e impulsado por la OMS/OPS con el fin de analizar las condiciones ambientales que puedan interferir en la salud de la población, identificando y caracterizando los determinantes de orden estructural, intermedio y proximal, además este permite interferir en los mismos y tomar decisiones con el fin de proteger la salud, prevenir y atender enfermedades (Ministerio de Salud y Protección Social & Organización Panamericana de la Salud, 2014).

Este se conforma de diferentes aspectos que aportan a una problemática o situación, los cuales se pueden intervenir de manera sistemática y se asocian a diferentes determinantes de la población como lo son los determinantes sociales, estos se subdividen en determinantes de orden estructural, los cuales se refieren a los factores sociales, económicos y políticos de nivel superior que afectan al

ambiente, estos dan cuenta de asuntos macro relacionados como el modelo de desarrollo o la distribución de los ingresos en un país (Ministerio de Salud y Protección Social & Organización Panamericana de la Salud, 2014).

También, existen los determinantes de orden intermedio que dan cuenta de asuntos que afectan el ambiente en cuanto a que causan exposiciones diferenciales en las poblaciones. Por ejemplo, un factor intermedio puede ser las decisiones de uso del suelo en un territorio dado o los medios de comunicación. Otro determinante es el de orden proximal que se refieren a los factores o exposiciones más directas a las que se ven expuestas las personas. Por ejemplo, la exposición a la nicotina por el consumo de tabaco (Ministerio de Salud y Protección Social & Organización Panamericana de la Salud, 2014).

El MFM establece las relaciones entre salud, ambiente y desarrollo sostenible bajo un enfoque de determinantes sociales que va desde el dominio epidemiológico hasta el político, ubicando de manera paralela pero articulada las acciones correspondientes a cada una de las categorías propuestas. Las categorías propuestas en el MFM son: fuerzas motrices, presión, estado, exposición, efecto y acción (Ministerio de Salud y Protección Social & Organización Panamericana de la Salud, 2014).

Las fuerzas motrices son condiciones de carácter estructural, social o demográfico que afectan directamente las condiciones ambientales; por otro lado la presión se define como las manifestaciones provocadas por las fuerzas motrices; el estado son las condiciones y la calidad del ambiente generada por las presiones; la exposición son las vías con las cuales hace contacto el riesgo ambiental con el ser humano y las frecuencias de la misma; efecto son las consecuencias en la salud de la población y por último las acciones son intervenciones para mitigar o corregir daños ocasionados (Ministerio de Salud y Protección Social & Organización Panamericana de la Salud, 2014).

Un aspecto a tener en cuenta en el MFM y en cualquier problemática social, es el normativo debido a que en este se establecen, los parámetros, condiciones, normas y leyes bajo las cuales se rige una sociedad, haciendo que cualquier cambio en las normativas existentes afecte directamente a las condiciones del entorno y a las personas, tanto en la salud como en el estilo de vida de la población.

Es importante conocer los aspectos normativos bajo los cuales se presenta este proyecto de investigación, por lo cual en la tabla 1 se muestran los decretos con diferentes regulaciones respecto a las RNI y las antenas de telecomunicación.

Tabla 1. Normativa aplicable al proyecto

Norma	Descripción
Decreto 1078 de 2015	En el cual se establecen límites de exposición a las radiaciones no ionizantes para trabajadores y no trabajadores, cuyo cumplimiento aplica a quienes presten servicios y/o actividades de telecomunicaciones en la gama de frecuencias de 9 KHz a 300 GHz, en el territorio de la República de Colombia (Función Pública, 2015).
Decreto 195 de 2005	En el cual se establecen límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos; este adopta los estándares internacionales sobre la materia, indicados por la Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones no Ionizantes y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) (Mosquera, 2020).
Decreto 397 de 2017	Es la herramienta mediante la cual el Distrito Capital pretende asegurar, por un lado, el cumplimiento de los postulados constitucionales y legales de la garantía de los ciudadanos al acceso a los servicios públicos de TIC provistos a través de las redes que se soportan en la infraestructura de torres y antenas y, por otra parte, el derecho de los ciudadanos a disfrutar de un ambiente urbano y rural ordenado y amable (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2017)
Decreto 676 de 2011	Mediante su artículo 4°, establece los “PERMISOS PARA LA UBICACIÓN E INSTALACIÓN DE LAS ESTACIONES DE TELECOMUNICACIONES INALÁMBRICAS”. Las estaciones de telecomunicaciones inalámbricas que se ubiquen dentro del perímetro urbano, de expansión y zonas rurales del Distrito Capital, requerirán de un permiso de ubicación e instalación, expedido por la Secretaría Distrital de Planeación (Secretaría Jurídica Distrital, 2011).

Fuente: Elaboración propia

5 METODOLOGÍA

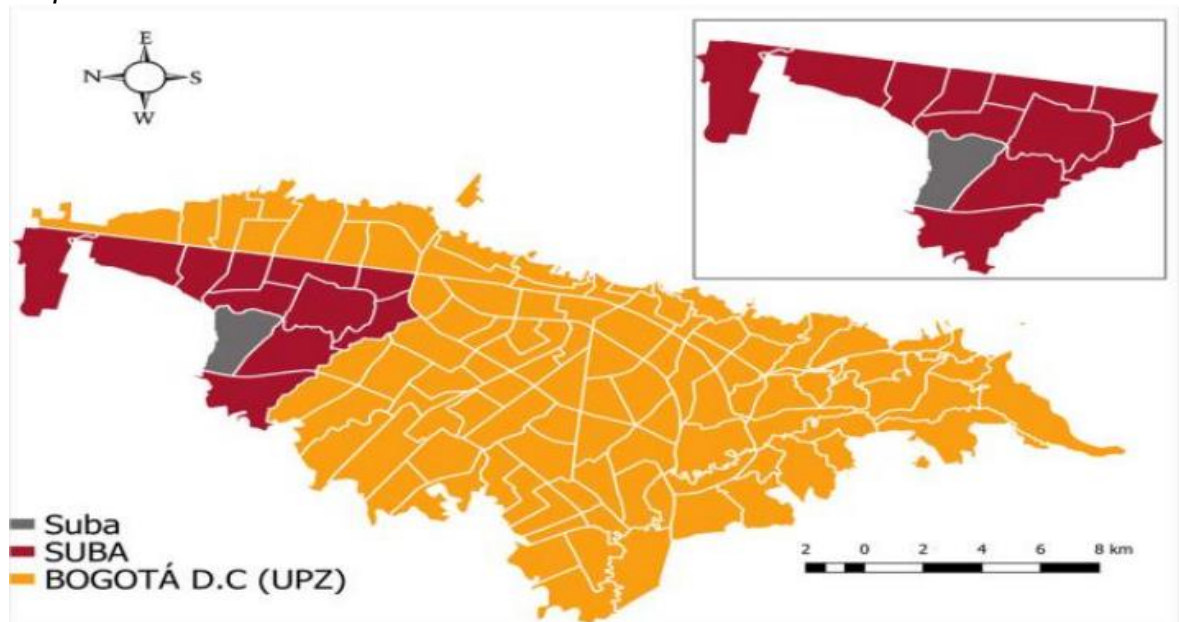
El desarrollo de este proyecto se compone de cuatro fases, las cuales están de acuerdo con los objetivos planteados, en estas se tuvieron en cuenta las actividades teórico prácticas que permitieron el desarrollo de un análisis geoespacial de la posible afectación a la salud generada por la exposición a RNI y diagnóstico de morbilidad sentida en zonas aledañas a antenas de telecomunicación en la UPZ 27 Suba.

5.1 LOCALIZACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO

En la primera fase se definió la zona de estudio y sus características correspondientes, en segunda medida se realizó un inventario de antenas el cual permitió localizarlas en un mapa de la zona junto con instituciones, centro de salud, centros religiosos, entre otros.

El área de estudio de este proyecto es la UPZ 27 Suba, esta se ubica en el oriente de la localidad de Suba, esta representa el 11.31% de hectáreas de la extensión total de la localidad de Suba, con un total de 653 ha, limita al norte con suelo rural de la localidad; por el oriente, con la UPZ Casa Blanca Suba; por el sur, con la UPZ EL Rincón; y por el occidente, con la UPZ Tibabuyes (Castillo, 2013). En el mapa 1 se observa la ubicación dentro del mapa de la ciudad de Bogotá, la localidad de Suba (en rojo) y la UPZ 27 Suba (en gris).

Mapa 1. Ubicación de la UPZ 27 SUBA - LOCALIDAD SUBA



Fuente: (Veeduría Distrital, 2017)

La UPZ 27 Suba cuenta con 25 barrios, en los cuales se encuentra Acacias, Alaska, Alcazar de Suba, Almendros Norte, Alto de la toma, Bosques de San Jorge, Campanela, El Pencil Barrio el Salitre, El Pinar, El Pino, El Pórtico, El Salitre, Java, La Campiña, La Fontana, Las Orquídeas, Londres, Miraflores, Monarcas, Navetas, Pinar de Suba, Pinos de Lombardía, Portal de las Mercedes, Pradera de Suba, Prados de Suba, Prados del Salitre, Rincón de Santa Inés, San Francisco, Santa Isabel, Suba Centro, Tuna Alta, Tuna Baja, Turingia, Vereda Suba Cerros, Villa del Campo, Villa Esperanza, Villa Hermosa, Villa Susana (Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte, s.f).

Por otro lado, se determinó la cantidad de antenas de telecomunicación ubicadas en la UPZ, para esto se tuvieron en cuenta los datos proporcionados por la Secretaría Distrital de Planeación, que incluían la dirección y el operador al que pertenecen dichas antenas (Anexo A). Posteriormente, se depuraron los datos al introducir en Google Maps la dirección de cada una de las antenas, esto permitió suprimir los datos que no hacían parte de la UPZ y obtener las coordenadas de las mismas.

Posteriormente, se procedió a dividir en tres partes la zona estudiada para obtener cuadrantes específicos que facilitaron el trabajo de campo y con esto asegurar que fuera óptimo y verás (Anexo B). El trabajo de campo tuvo como objetivo verificar si la UPZ contaba con las antenas encontradas en el inventario o más de ellas y así actualizar la información utilizada en el proyecto. Por otro lado, estos datos fueron incluidos en el mapa junto a la cantidad de instituciones educativas, centros de salud, centros religiosos, entre otros que hacen parte de la UPZ estudiada. Otra herramienta indispensable en este trabajo fue Google Maps, el cual permitió corroborar junto al trabajo de campo información.

5.2 ELABORACIÓN DE MAPAS

Para la segunda fase se utilizaron mapas de la localidad de Suba, los cuales fueron obtenidos de la página del DANE y en Datos Abiertos Bogotá, en estos sitios se realizó la descarga en formato Shapefile de alta calidad y resolución, posteriormente, mediante el software ArcGIS, se procedió a organizar la información obtenida de la depuración de datos en Excel (Tabla 2).

Tabla 2. Variables necesarias para realizar el mapa

ObjectID	X	Y
1	-74,098746	4,747769
2	-74,043471	4,7240387
3	-74,055469	4,6855986
4	-74,025973	4,7044389
5	-74,058043	4,6949467
6	-74,023881	4,7556425
7	-74,05174	4,6887545
8	-74,06793	4,7073409
9	-74,059367	4,7140738
10	-74,112683	4,7480907

Fuente: Elaboración propia

Donde:

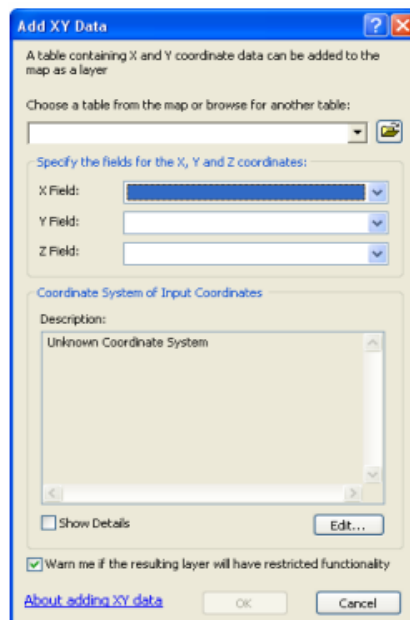
Object ID= Dirección de la antena

X= Coordenada Horizontal

Y= Coordenada Vertical

Posteriormente se introdujo en el software, por medio de la opción “Archivo > Agregar datos > Agregar datos XY” (Imagen 1); esto con el fin de generar el mapa con la ubicación de las antenas de telecomunicación que emiten RNI y los demás lugares de interés (Colegios, IPS, Centros de Salud, Iglesias, Centros Comerciales y Centros Geriátricos) mediante capas, puesto que son el mecanismo que se utiliza para visualizar datasets geográficos en ArcMap.

Imagen 1. Agregar datos XY en ArcGIS.



Fuente: esri

Con las capas debidamente identificadas y diferenciadas, se procedió a hacer una selección por localización de los puntos georreferenciados y un Buffer de 50 m a la redonda de las antenas, lo cual permitió conocer el área de influencia mediante una relación entre las mismas, posibilitando la identificación de las más expuestas a RNI. Así mismo, se realizó un mapa para cada uno de los centros de interés (Colegios, IPS, Centros de Salud, Iglesias, Centros Comerciales y Centros Geriátricos) de la UPZ estudiada en relación con las antenas de la misma.

5.3 DIAGNÓSTICO DE SALUD Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

Esta fase se dividió a su vez en dos etapas, la primera iba encaminada a realizar la encuesta que se realizaría a las personas de la UPZ Suba y en segunda medida determinar la muestra a la que se le aplicó dicha herramienta.

5.3.1 Elaboración de encuestas

Para estructurar la encuesta se tuvieron en cuenta estudios previamente leídos uno de estos realizado en la ciudad de Neiva por la Universidad Cooperativa de Colombia del cual se extrajo las preguntas que hacían parte a la perspectiva de las personas (Mosquera, 2020), el segundo fue un diseño realizado por la empresa Construcciones Mundial S.A.S con preguntas que van encaminadas a un diagnóstico en salud de la población (Construcciones Mundial S.A.S, s.f.), se determinó que la encuesta estaría compuesta de 19 preguntas adaptadas de las previamente mencionadas, cuya finalidad fue determinar un posible diagnóstico de la salud de las personas que residen cerca de las antenas de telecomunicación, teniendo en cuenta las enfermedades más comunes encontradas en estudios previamente consultados.

Las preguntas realizadas se dividen en tres fases, la primera fase es de conocimiento y clasificación del encuestado en las cuales se pregunta:

- Primera fase
 - Rango de Edad: (Adolescente / Joven / Anciano / Adulto)
 - Edad: (Años)
 - Sexo: (Masculino / Femenino)
 - Ocupación: (Pensionado / independiente / Ama de Casa / Estudiante / Desempleado)

La segunda fase pretende analizar si el encuestado conoce el problema de la cercanía de las antenas en su entorno con las siguientes preguntas:

- Segunda fase

- ¿Sabe que es la radiación electromagnética no ionizante?: (Si/No)
- ¿Cree que este tipo de radiación puede afectar su salud?: (Si/No)
- ¿En qué grado?: (Alto / Medio / Bajo)
- ¿Cerca de su vivienda tiene antenas?: (Si/No)
- ¿Cerca a su lugar de trabajo?: (Si/No)

La tercera fase pretende conocer los padecimientos que ha tenido el encuestado o su núcleo familiar para encontrar la relación entre la cercanía y estos padecimientos con las siguientes preguntas:

- Tercera fase

- ¿Ha tenido problemas cardiacos?: (Si/No)
- ¿Ha tenido problemas cardiacos?: (Tipo de problema)
- ¿Ha sentido trastornos reproductivos?: (Si/No)
- ¿Ha presentado algún tipo de tumor?: (Si/No)
- ¿Ha presentado cáncer?: (Si/No)
- ¿En su hogar alguna persona padece de alguna morbilidad?: (Si/No)
- ¿En su hogar alguna persona padece de alguna morbilidad?: (Tipo)
- Cuello: (Si/No)
- Hombro derecho: (Si/No)
- Hombro izquierdo: (Si/No)
- Brazo derecho Brazo izquierdo: (Si/No)
- Codo derecho: (Si/No)
- Codo izquierdo: (Si/No)
- Antebrazo derecho: (Si/No)
- Antebrazo izquierdo: (Si/No)
- Dedos de la mano derecha: (Si/No)
- Dedos de la mano izquierda: (Si/No)
- Espalda alta: (Si/No)
- Espalda media: (Si/No)
- Espalda baja: (Si/No)
- Rodilla derecha: (Si/No)
- Rodilla izquierda: (Si/No)
- Pie derecho: (Si/No)
- Pie izquierdo: (Si/No)
- Cabeza: (Si/No)

La encuesta realizada, se puede observar en Anexos (Anexo C).

5.3.2 Tamaño de muestra

Luego de tener la encuesta se procedió a determinar la muestra, la cual se hizo de forma aleatoria en la UPZ 27 - Suba, de la localidad de Suba, para este proceso se utilizó un muestreo probabilístico a través de la fórmula que se muestra a continuación (1).

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + k^2 * p * q} \quad (1)$$

Donde:

N = Número de personas

k = Nivel de confianza

p = Proporción esperada

q = (1-p)

e = Probabilidad de error

A través de esta se identificó el tamaño de la muestra necesaria, es decir la cantidad de las personas a las que se les debería aplicar la encuesta; se tuvo en cuenta 134.909 personas, un nivel de confianza del 95%, proporción esperada de 0,5 (valor aproximado del parámetro de probabilidad de éxito que maximiza el tamaño muestral) y un margen de error del 10%, generando un resultado de 96 encuestas para la UPZ Suba.

5.4 MODELO DE FUERZAS MOTRICES Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para esta fase, se diseñó un MFM, el cual permitió caracterizar la situación en términos de salud y también orientó la toma de decisiones frente a los determinantes encontrados. Para ello, se tuvo en cuenta las siguientes categorías: fuerza motriz, presión, estado, exposición, efecto y acción, las cuales se clasifican en determinantes estructurales e intermedios. Este se divide en 3 pasos, los cuales son:

5.4.1 Identificación del evento de interés en salud ambiental.

En este nivel se determinaron los eventos de interés, el cual, en este caso fueron las RNI emitidas por las antenas de telecomunicaciones, se realizó una investigación de estudios ya realizados y se hizo una breve descripción para identificar los determinantes.

5.4.2 Identificación de indicadores.

Para este modelo se contemplaron variables como:

- Nivel de desarrollo tecnológico.
- Calidad de vida.
- Crecimiento poblacional.
- Horas de trabajo.
- Vivienda (cercanía a la antena).
- Actividad económica.
- Enfermedades preexistentes.

Estos se relacionan con la exposición de las personas a la RNI y su estado de salud, cuyos datos fueron proporcionados por las personas encuestadas, puesto que, al responder las preguntas, daban su punto de vista frente a la situación a la que se enfrentaban.

Cada uno de estos indicadores se ubicó según la categoría del modelo de fuerza motriz, varias de estas se ubican en presión, ya que son factores influyentes en la exposición de las personas. Todos los indicadores varían según el territorio en el que se encuentren, la UPZ Suba es muy poblada y con un comercio muy grande, por lo que un factor influyente en esta son el trabajo y las horas en las que se encuentren las personas.

5.4.3 Análisis de información.

El propósito de la estadística descriptiva en este proyecto fue conocer la opinión o parecer de la comunidad respecto a su salud, puesto que se encuentran rodeados por antenas de telecomunicación que emiten RNI.

Otra de las maneras de hacer un análisis de forma más cuantitativa es el coeficiente de correlación de Pearson, este es un instrumento estadístico que mide el grado de asociación lineal entre dos variables. Se dice que la correlación entre dos variables X e Y es perfecta positiva cuando aumenta proporcionalmente una variable en relación a otra indicando que la relación entre ambas variables es funcionalmente exacta. Al obtener un resultado, se interpreta teniendo en cuenta los valores absolutos que pueden oscilar entre 0 y 1, cuanto más cerca de 1 mayor será la correlación y cuanto más cerca de cero será menor (Lahura, 2003).

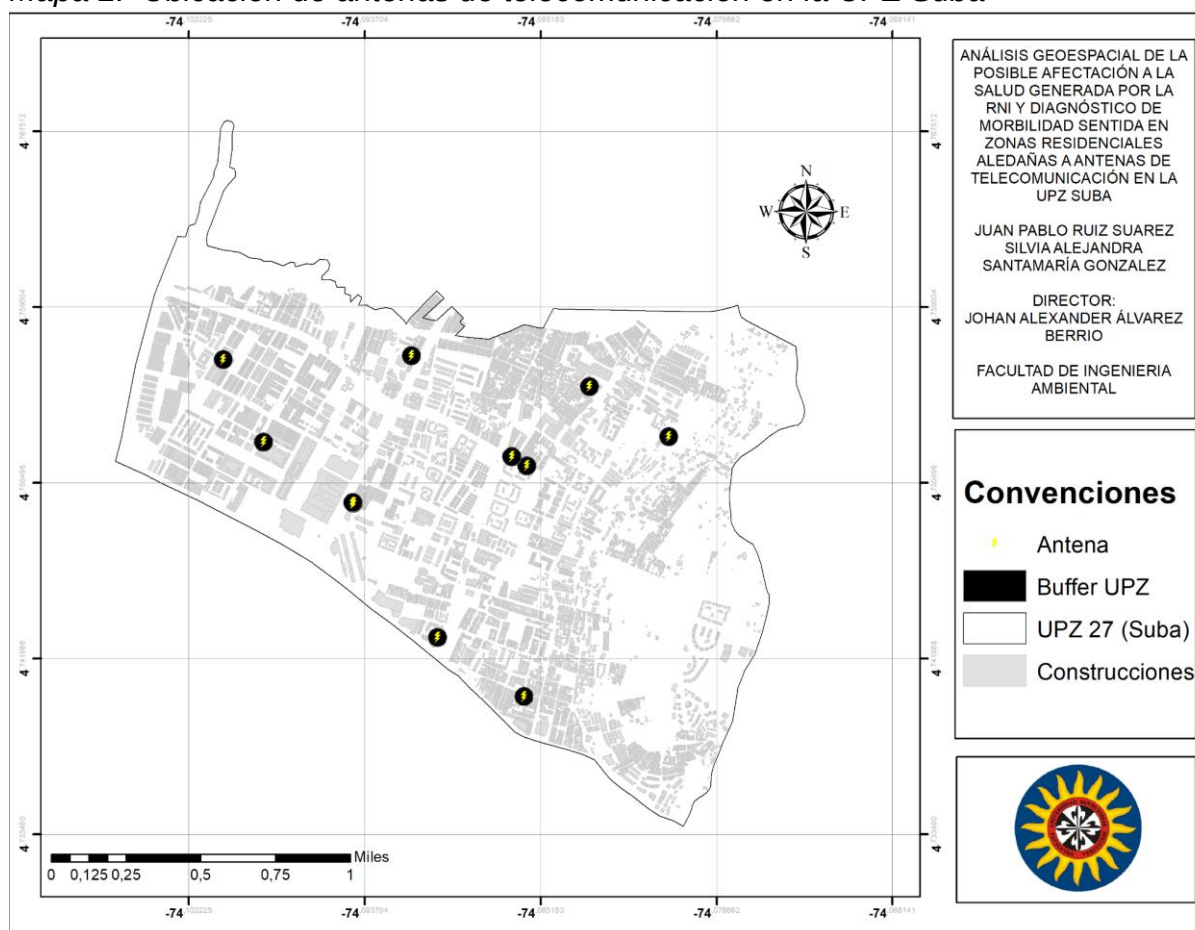
El análisis de la información se realizó teniendo en cuenta las variables utilizadas y estudios previamente leídos, en donde se concluyen los posibles efectos a la población y cuáles de estas variables son las más influyentes.

6 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 INVENTARIO DE ANTENAS

Luego de una depuración de información se concluye que la UPZ SUBA cuenta con un total de 11 antenas de telecomunicación (Mapa 2), las cuales se encuentran distribuidas de la siguiente forma, 2 antenas en el barrio Tibabuyes, 2 en el barrio El Pino, 2 en Campanela, 1 en Salitre Suba, 1 en Tuna Alta, 2 en Miraflores y 1 Tuna Baja.

Mapa 2. Ubicación de antenas de telecomunicación en la UPZ Suba



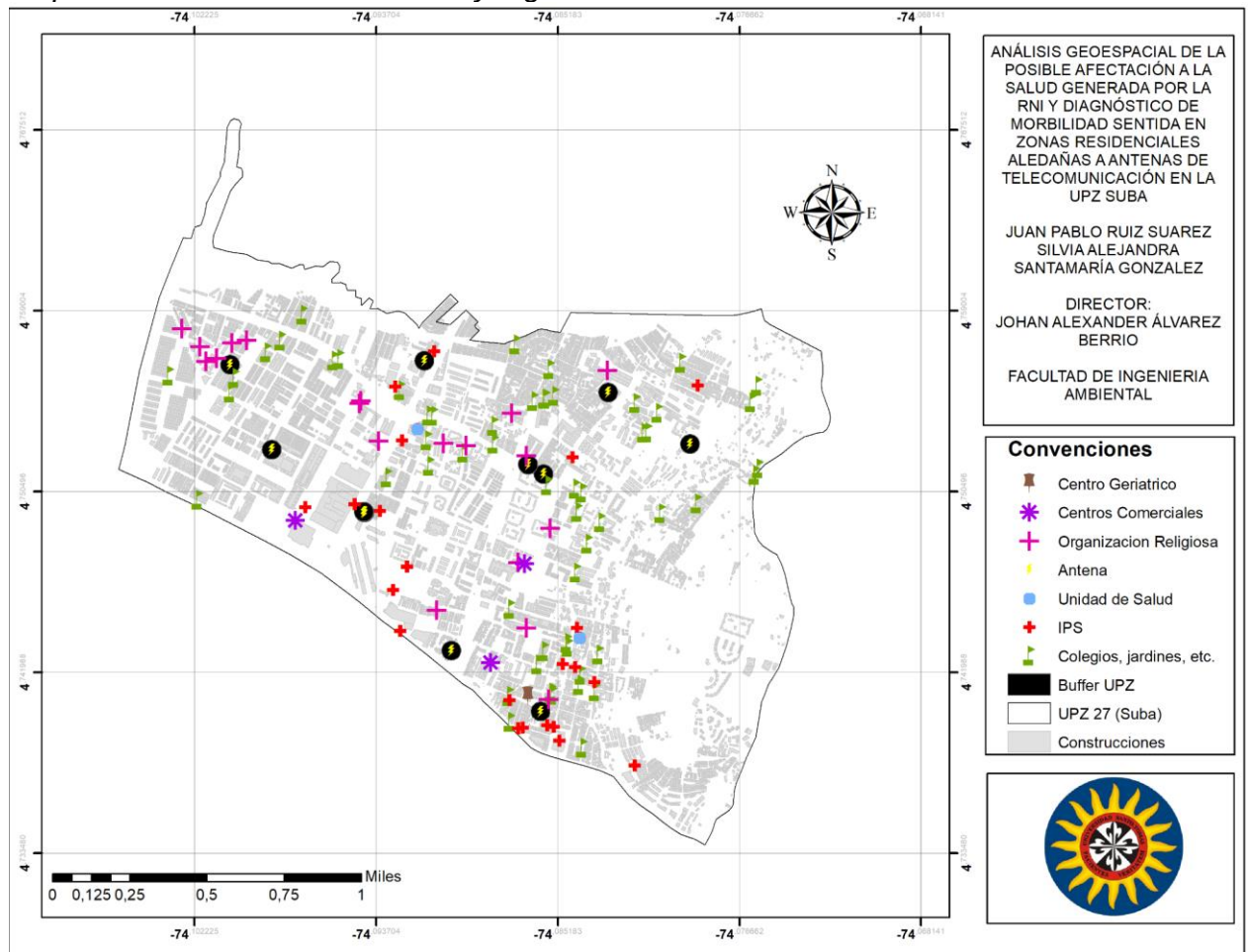
Fuente: Elaboración propia adaptado de Secretaría Distrital de Planeación

6.2 RESULTADOS DE MAPAS

En el desarrollo del proyecto se tuvo en cuenta antenas que emiten RNI y lugares en los que se considera que se encuentran personas vulnerables como lo son los centros de salud, las instituciones educativas, IPS, organizaciones religiosas,

centros comerciales y centros geriátricos. Para cada uno de estos se realizó un mapa con el fin de determinar su relación frente a las antenas que forman parte de la UPZ. Adicionalmente, se creó un buffer de 50 metros alrededor de cada antenna para visibilizar con mayor claridad los que se encuentran mayormente relacionados. Los datos para realizar dichos mapas fueron obtenidos de la página Datos Abiertos de Bogotá y se respaldan mediante un trabajo de campo (Mapa 3).

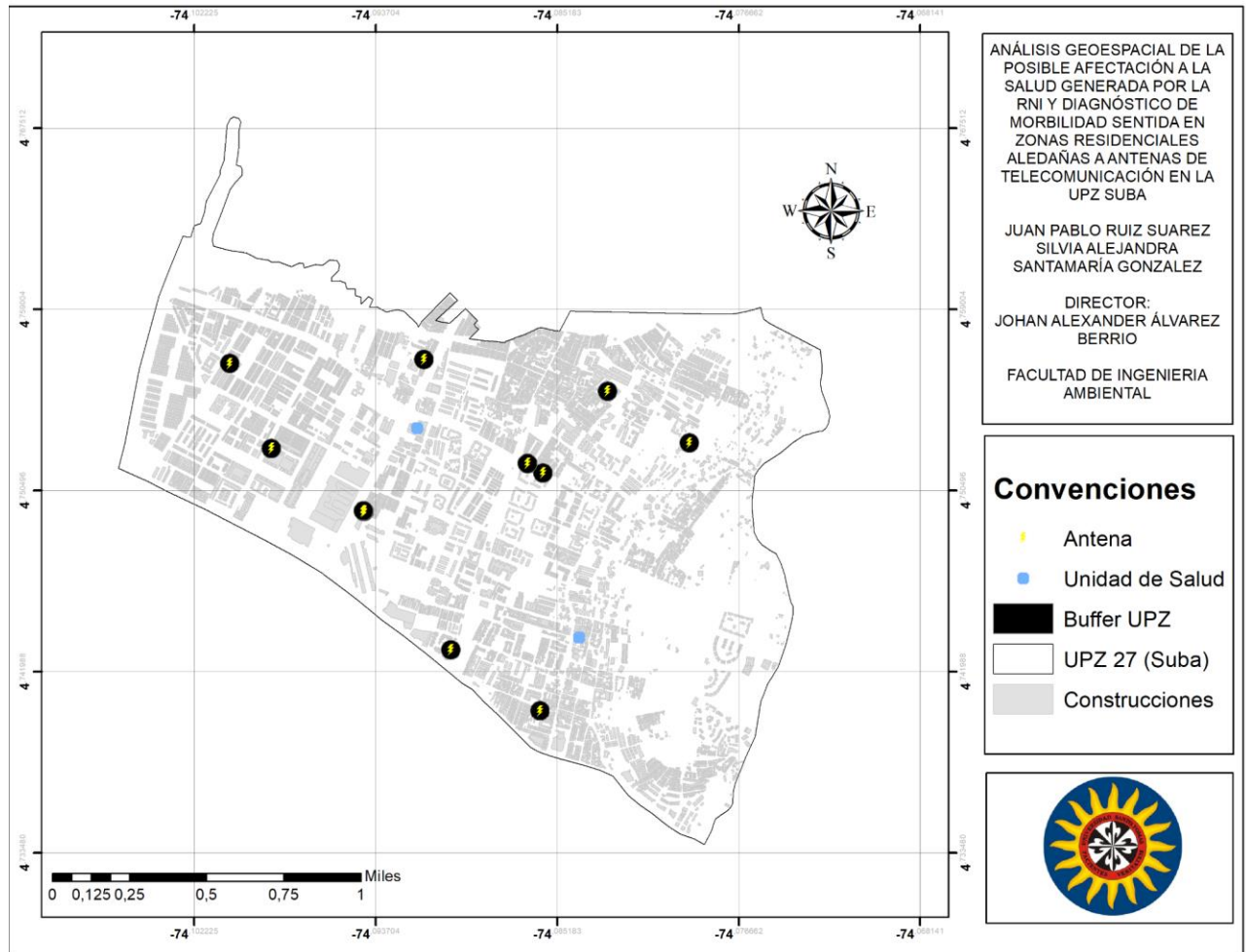
Mapa 3. Relación entre antenas y lugares de Interés



Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, se encuentra un mapa de las antenas frente a las Unidades de salud, en este se puede observar que la UPZ cuenta con dos de ellas, las cuales se localizan fuera de los 50 metros del buffer de cada antenna como se muestra en el Mapa 4.

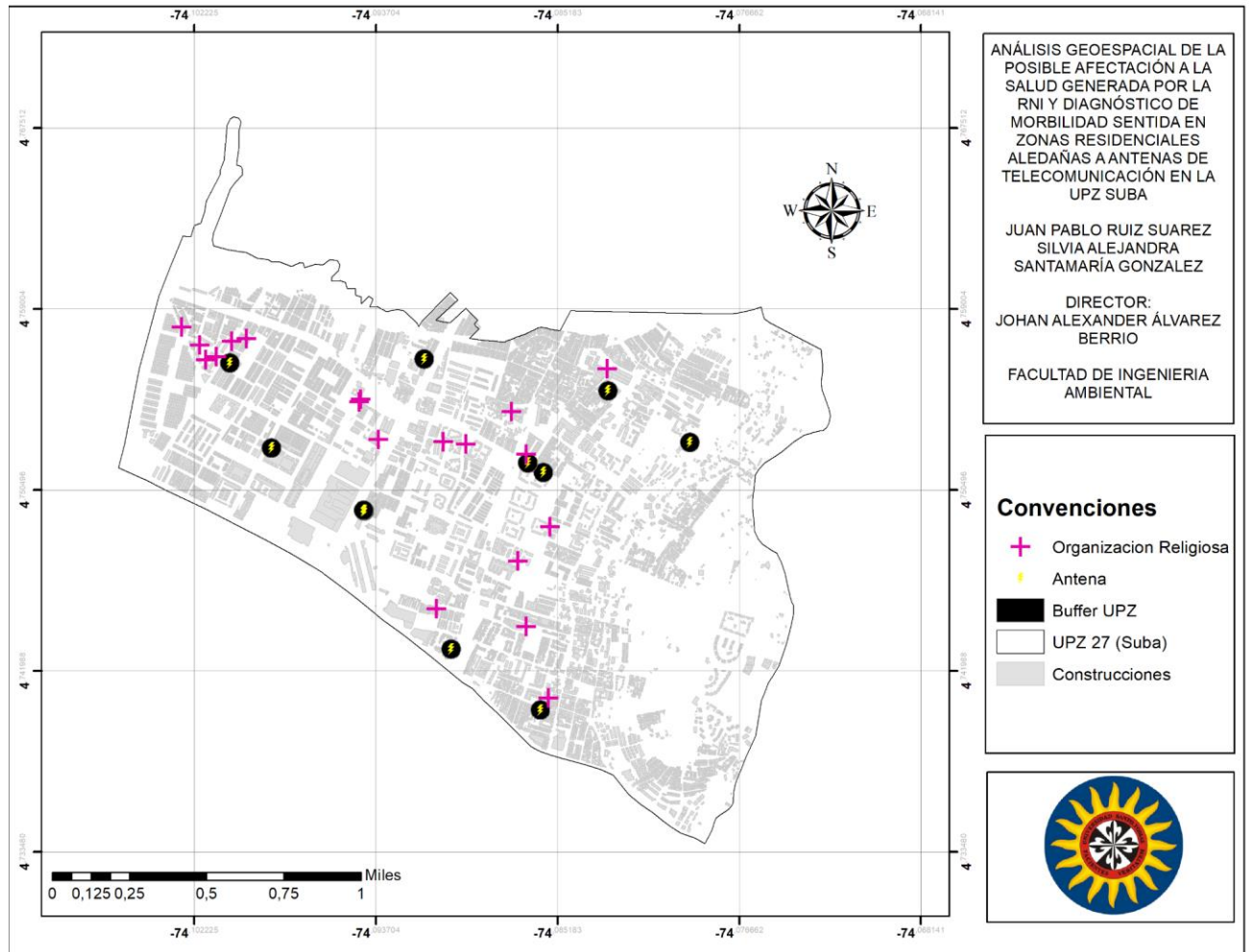
Mapa 4. Relación entre antenas y Unidades de Salud



Fuente: Elaboración propia

En segundo lugar, se realizó un mapa de organizaciones religiosas frente a las antenas de la UPZ, esta consta de 19 organizaciones religiosas y 1 de ellas se encuentra ubicada dentro del buffer de los 50 m y las demás alrededor de las mismas como se observa en el Mapa 5.

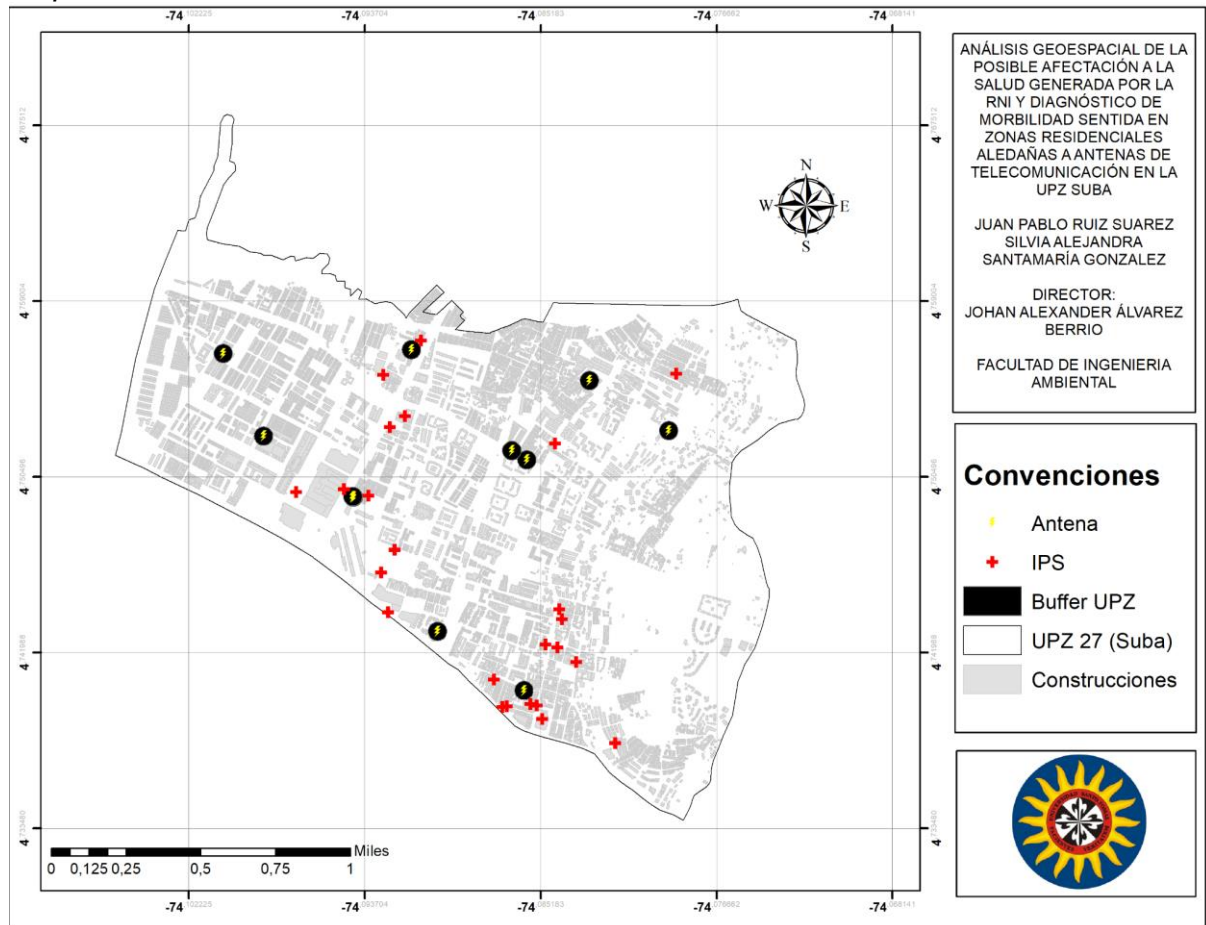
Mapa 5. Relación entre antenas y Organizaciones Religiosas



Fuente: Elaboración propia

En tercer lugar, se observa un mapa de la relación entre antenas e IPS, del cual se puede concluir que esta UPZ cuenta aproximadamente con 24 IPS, una de ellas se encuentra dentro del buffer de los 50 m como se observa en el Mapa 6.

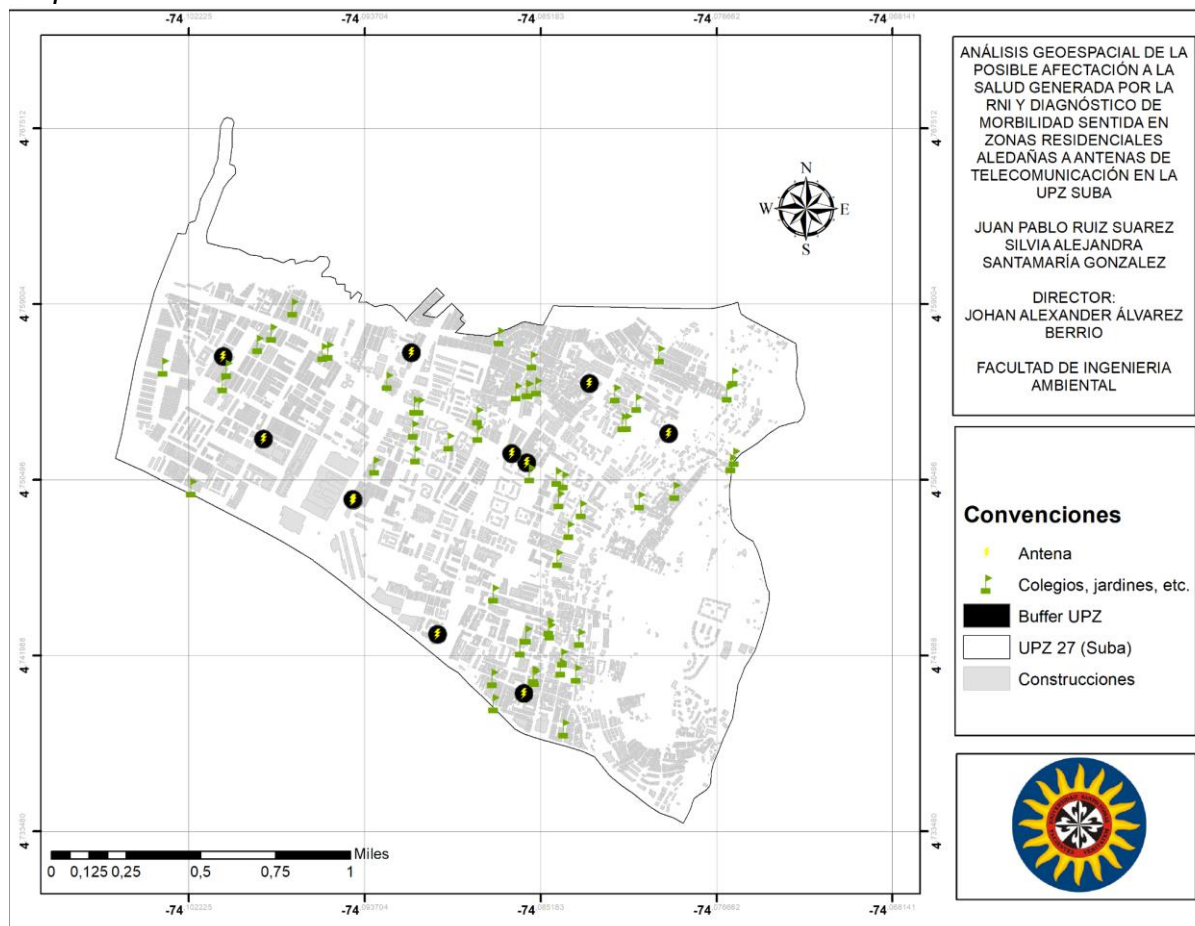
Mapa 6. Relación entre antenas e IPS



Fuente: Elaboración propia

Para el cuarto lugar se tuvo en cuenta datos de las instituciones educativas entre las cuales se encuentran colegios, guarderías, institutos, liceos y gimnasios, en el caso de la UPZ Suba esta cuenta con 55 de estas instituciones, 2 se encuentran dentro del buffer, como se muestra en el Mapa 7.

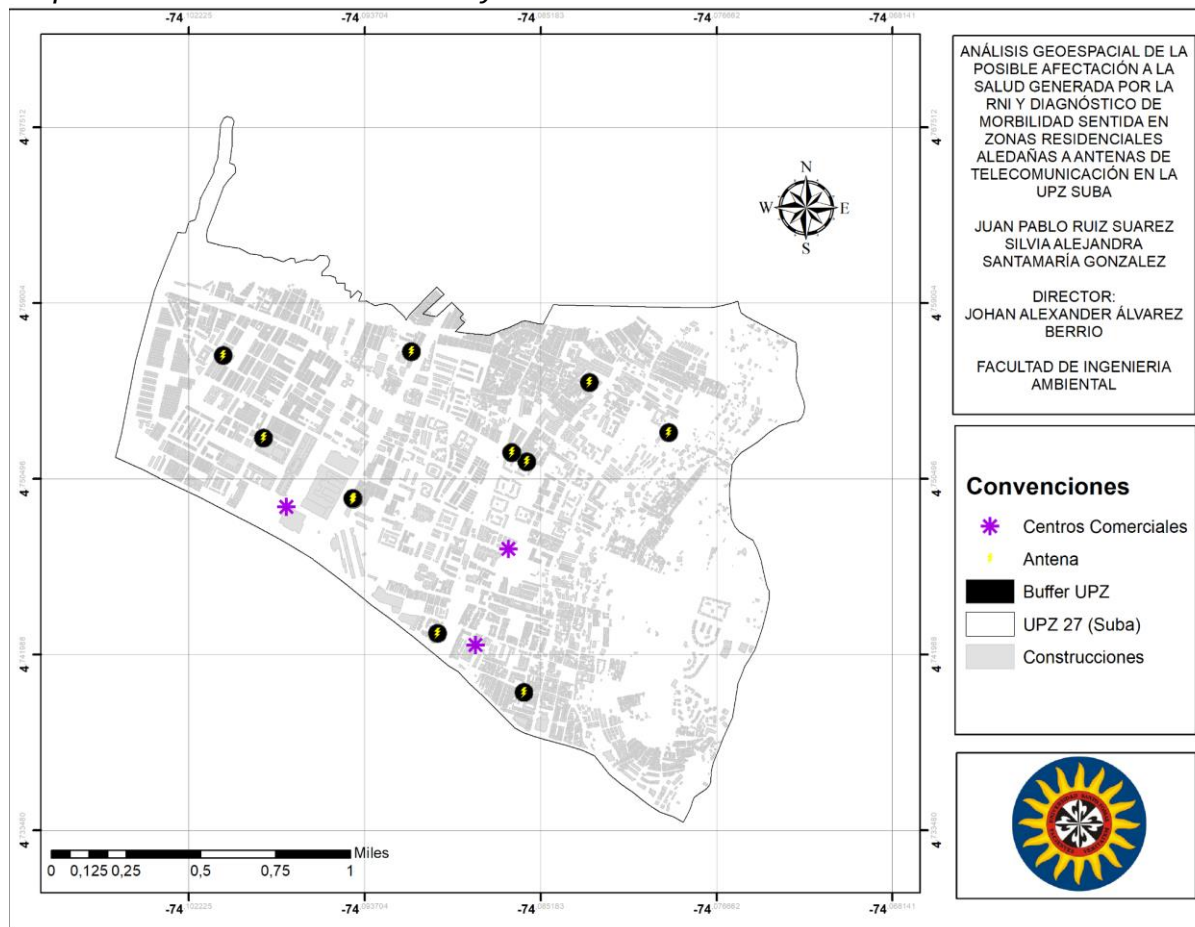
Mapa 7. Relación entre antenas e Instituciones educativas



Fuente: Elaboración propia

En quinto lugar, se observa la relación entre antenas y centros comerciales, en esta ocasión se concluye que ninguno está cerca al buffer como se muestra en el Mapa 8.

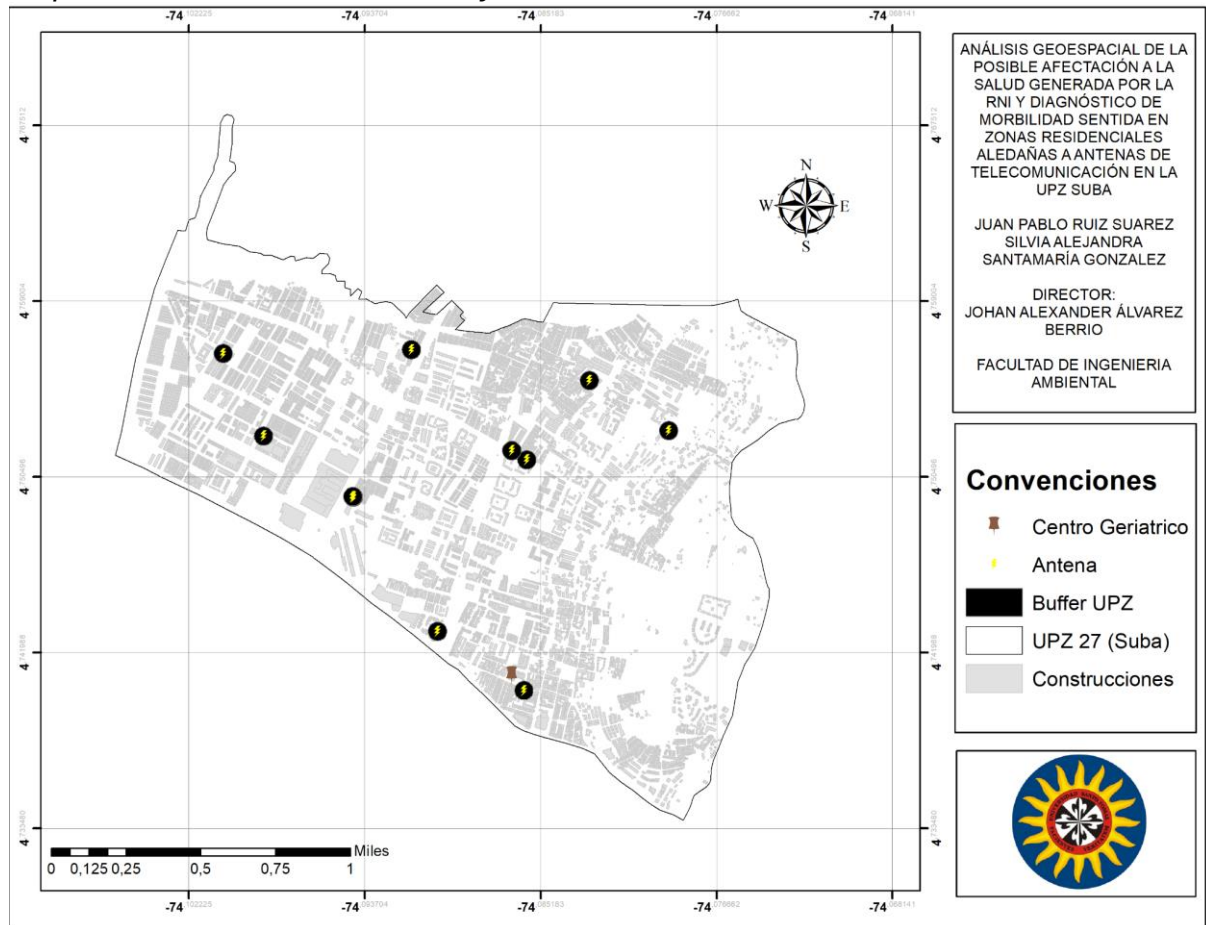
Mapa 8. Relación entre antenas y Centros Comerciales



Fuente: Elaboración propia

Para el sexto lugar, se relacionaron las antenas con el único centro geriátrico de la UPZ y se observa que, pese a que se encuentra cerca de una antenna, no se encuentra dentro del buffer de 50 m, esto se observa en el Mapa 9.

Mapa 9. Relación entre antenas y Centros Geriátricos



Fuente: Elaboración propia

Por último, se puede decir que existe ilegalidad en cuanto a la instalación de antenas, ya que, según un estudio realizado por la personería de Bogotá, de una muestra aleatoria de 498 antenas visitadas en toda la ciudad, 647 funcionan de forma irregular, promoviendo la contaminación visual, el incumplimiento de las distancias y los límites de radiación; en total, el 94% incumplen; y concluyen que sólo el 6% de ellas operan legalmente al estar aprobadas por la Secretaría de Planeación. Este no es el caso de la UPZ Suba, ya que, según los datos proporcionados por la Secretaría y la verificación realizada en campo, las 11 antenas encontradas se encuentran registradas en la base de datos de la misma (Personería de Bogotá, 2019); el crecimiento poblacional hace que el número de antenas aumente, ya que se necesitan en gran cantidad debido al para garantizar

un buen servicio (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, s.f).

6.3 RESULTADOS DE ENCUESTAS

En la fase de las encuestas, en primera medida se determinó el tamaño de la muestra a través de una fórmula estadística, una de las limitaciones encontradas fue el tamaño de la misma; se hizo necesario disminuir el valor del margen de error, puesto que se obtuvo un valor de (380) trescientas ochenta encuestas; además por temas de contingencia (pandemia) y seguridad, la gente se mostraba renuente a responder; por lo cual se aplicó un margen de error del 10%, dando como resultado un tamaño de muestra de 96 encuestas. En el trabajo de campo se pudo obtener un resultado de 120 para UPZ Suba, por lo que estas fueron utilizadas en el proceso de análisis.

Las encuestas se llevaron a cabo alrededor de cada antenna dentro de los 50 metros establecidos en el buffer, se practicó la misma a personas que hacían parte del comercio de la zona y a residentes, todos fueron elegidos al azar. Entre los 120 encuestados, 70 (58.33%) son hombres y 50 (41.66%) son mujeres.

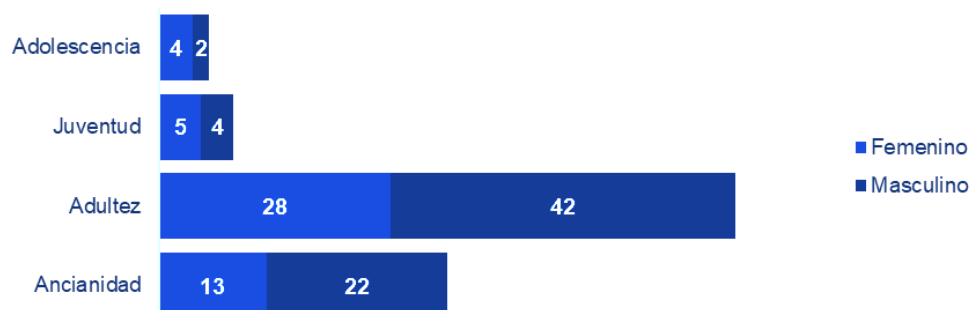
Luego se procedió a realizar un análisis descriptivo que consta de una serie de gráficos en los que se explica cada pregunta de la encuesta, posteriormente se realizó una tabla de contingencia 2x2 que tuvo como finalidad determinar la relación entre variables y con esto poder diagnosticar el grado de afectación en la salud de la población.

En el gráfico 1 se puede observar la distribución por edad, para este se tuvo en cuenta la clasificación de la página del Ministerio de Salud, en la que se catalogan de la siguiente manera:

- Primera infancia (0-5 años).
- Infancia (6 - 11 años).
- Adolescencia (12-18 años).
- Juventud (19 - 26 años).
- Adultez (27 - 59 años)
- Ancianidad (60 años y más).

Según esto se determinó que 58.33% de los encuestados son adultos, 29.16% pertenecen a la tercera edad y el 12.5% restante son jóvenes y adolescentes (Gráfico 1).

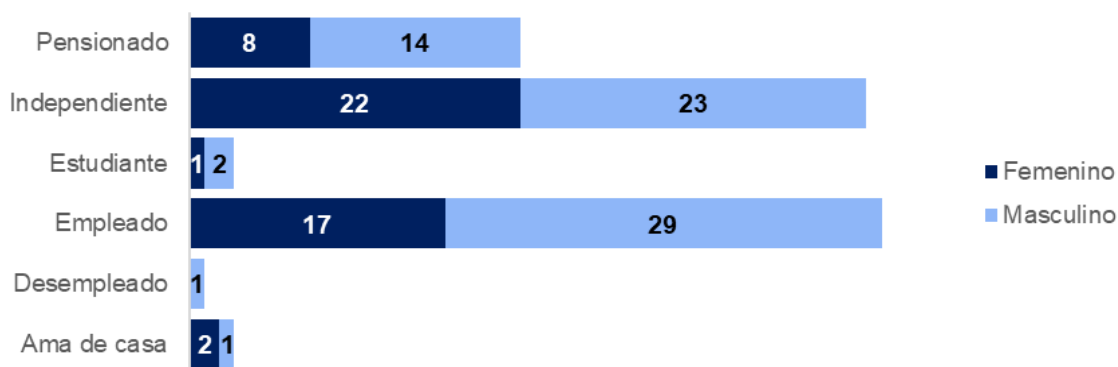
Gráfico 1. Distribución por rango de edad



Fuente: Elaboración propia

Así mismo, en el gráfico 2 se clasifican según la ocupación de cada uno de los encuestados, el cual tuvo como resultado: 75.83% de los encuestados son económicamente activos (46 empleados y 45 independientes), mientras que 18.33% de los encuestados se encuentran pensionados, buscando una relación entre el rango de edad se puede observar que 10.83% de los encuestados que pertenecen a la tercera edad aún son económicamente activos, ya sea empleados o independientes; por otra parte, entre ama de casa, estudiante y desempleado se encuentra el 5.83%.

Gráfico 2. Distribución por ocupación



Fuente: Elaboración propia

En la segunda fase de las preguntas, se ubican las preguntas dicotómicas, que pretenden saber el grado de conocimiento del encuestado hacia las antenas de telecomunicación y los efectos de la RNI; las cuales muestran que alrededor del 71% de las personas encuestadas viven y el 74% trabajan cerca de una de estas antenas de telecomunicación; a pesar de que el 60% de la muestra desconoce el

concepto de RNI, el 81% cree que esta radiación puede afectar su salud, los porcentajes se observan en el gráfico 3.

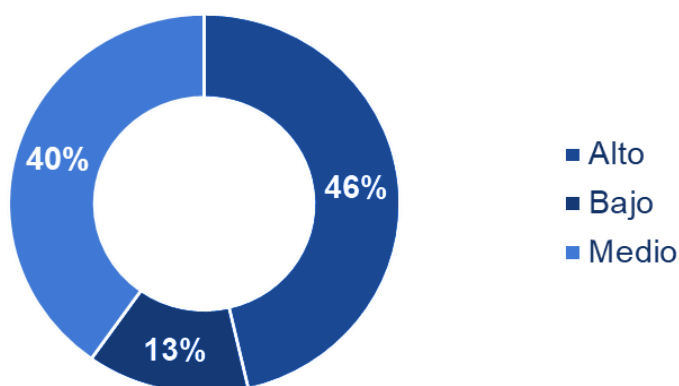
Gráfico 3. Preguntas dicotómicas

Sabe que es la radiacion electromagnetica no ionizante?	40%	60%
Cree que este tipo de radiacion puede afectar su salud?	81%	19%
Cerca a su vivienda tiene antenas?	71%	29%
Cerca a su lugar de trabajo tiene antenas?	74%	26%

Fuente: Elaboración propia

De las personas que afirmaron que las RNI afectan su salud el 46% aseguro que era en grado alto, mientras el 40% piensa que el grado de afectación es medio, por último, un 13% de la población piensa que el grado de afectación es bajo, como se observa en el gráfico 4.

Gráfico 4. Grado de afectación.



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 5 se encuentran las preguntas que van enfocadas a determinar padecimientos de los encuestados, se observó que, individualmente la proporción de los padecimientos es poca, la mayoría de las personas no presenta ninguno de estos. De los padecimientos más relevantes son el dolor de cabeza con un 14% y el menor los tumores con 1%, ninguno de los encuestados presentó algún tipo de trastorno reproductivo.

Gráfico 5. Preguntas dicotómicas para padecimientos



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 6 se observan los padecimientos cardiacos en los que 11 personas de las 120 encuestados presenta dichos problemas, esto representa el 9% del total de la muestra; entre los problemas cardíacos se encuentran trombosis, taquicardia, pre infarto, infarto e hipertensión, como se pudo evidenciar en los resultados de la encuesta.

Gráfico 6. Problemas cardiacos



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, a medida que se avanzó en el trabajo de campo, se pudo evidenciar la falta de información respecto a la radiación, 72 personas encuestadas afirmaron no conocer la RNI, lo que equivale a un 60%, a raíz de esto se generan vacíos,

dudas e inseguridades por parte de la población. Especialmente porque no ha sido posible esclarecer los efectos a largo plazo que tienen las mismas, al ser tecnologías diferentes y con pocos años de trayectoria, se hace necesario un consenso global para mejorar la toma de decisiones.

6.4 RELACIÓN ENTRE CERCANÍA DE ANTENAS Y PADECIMIENTOS

Para encontrar alguna relación entre la cercanía de los encuestados a las antenas y los padecimientos descritos, inicialmente se realizó una transformación de los datos, resumiendo si están cerca o no a una antena (ya sea en el trabajo o en el hogar), y si ha padecido alguno de los padecimientos descritos, de esta manera, se buscó una relación inicial entre las dos variables descritas, mediante una tabla de contingencia de 2x2.

En la tabla 3 buscó relacionar los eventos en salud, para encontrar la probabilidad de que ocurra un evento.

Tabla 3. Relación entre padecimientos y cercanía a antenas

		Padecimientos		
		Si	No	Total
Cercanía Antena	Si	6	8	14
	No	51	55	106
	Total	57	63	120

Fuente: Elaboración propia

Donde se encontró lo siguiente:

- La probabilidad de que una persona que vive cerca a alguna antena no padezca de ninguna enfermedad es del 47.5% (57/120).
- La probabilidad de que una persona que vive cerca a alguna antena si padece de alguna enfermedad es del 52.5% (63/120).

- La probabilidad de que una persona que padezca alguna enfermedad, viva cerca de una antena es de 88.33% (106/120).
- La probabilidad de que una persona que padezca alguna enfermedad, no viva cerca de una antena es de 11.67% (14/120).

Por último, cabe mencionar que en los objetivos se propuso realizar un estudio de correlación para el análisis de datos, el cual no fue posible, debido a los resultados en la información, los datos obtenidos son nominales (no poseen un valor numérico, ni orden establecido) y estos no permitieron realizar la correlación; por el contrario, se realizó un análisis descriptivo que contó con gráficos y una tabla de contingencia de 2x2.

6.5 RESULTADOS DEL MFM

Para el modelo de fuerza motriz se realizó en primera instancia una tabla que identificara categoría, nivel de determinante, tipo de determinante e indicador; esta tiene como finalidad establecer los indicadores relacionados a los eventos en salud. Teniendo en cuenta esto, se seleccionaron los siguientes para cada categoría:

Tabla 4. Indicadores para el MFM

Categoría	Nivel determinante	Tipo determinante	Indicadores
Fuerza Motriz	Social-Estructural	Políticas para la implementación.	• Políticas para instalación de antenas de telecomunicación (decreto 676 de 2011). • Políticas de radiación máxima permisible • Nivel de desarrollo tecnológico. • Crecimiento poblacional. • Condiciones de trabajo • Enfermedades preexistentes
Presión	Ambiental-Intermedio	Implementación de antenas.	• Aumento en la cantidad de antenas en la UPZ • Distancia entre las antenas y la población • Hábitos/Calidad de vida.

			• Deterioro en la salud
Estado	Ambiental-Intermedio	Radiaciones no ionizantes.	• Frecuencia de radiación no ionizante emitida • Cantidad de radiación absorbida por el organismo de cada persona • Cantidad de personas que padezcan una enfermedad cancerígena • Cantidad de antenas aledañas a la población o lugares con concentración de personas
Exposición	Social-Intermedio	Centros de Interés expuestos a RNI.	• Promedio de horas de actividades económicas realizadas en áreas de exposición de RNI • Tasa de población vulnerable en la zona • Tasa de población expuesta a radiación • 134.909 hogares. • 2 unidades de salud. • 24 IPS. • 55 colegios. • 3 centros comerciales. • 1 centro geriátrico.
Efecto	Social-Respuesta	Población de riesgo por contaminación electromagnética	• Posibilidad de aumento en las enfermedades relacionadas a la exposición de RNI. • Posible aumento del cáncer de hasta 3 veces

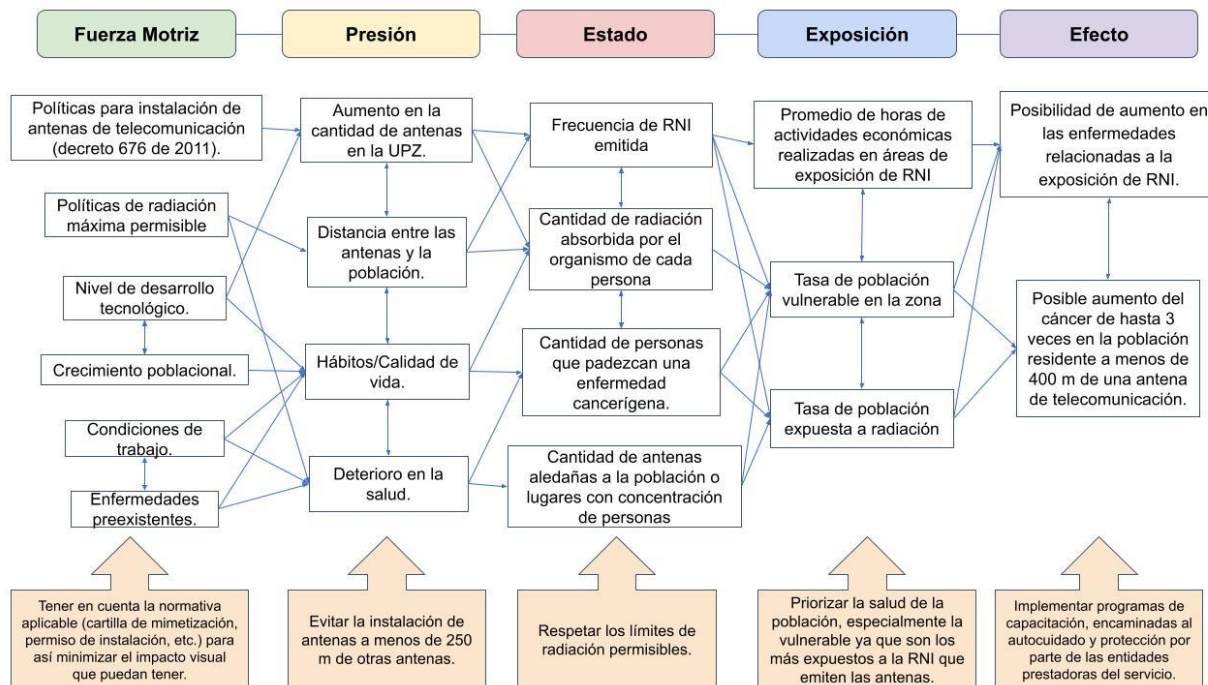
			en la población residente a menos de 400 m de una antena de telecomunicación.
Acción			• Tener en cuenta la normativa aplicable (cartilla de mimetización, permiso de instalación, etc.) para así minimizar el impacto visual que puedan tener. • Evitar la instalación de antenas a menos de 250 m de otras antenas. • Respetar los límites de radiación permisibles. • Priorizar la salud de la población, especialmente la vulnerable ya que son los más expuestos a la RNI que emiten las antenas. • Implementar programas de capacitación, para que las personas tengan una base suficiente en la toma de decisiones personales encaminadas al autocuidado y protección por parte de las entidades

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en el Gráfico 7, se plasma de forma didáctica los eventos en salud que se encuentran en la tabla anterior, con el fin de observar la relación existente entre cada uno de ellos, para esto se adaptaron teniendo en cuenta los indicadores que se relacionan entre sí, así mismo, a cada categoría se le asignó un color, fuerza motriz (verde), presión (amarillo), estado (rojo), exposición (azul) y efecto (morado).

Por último, los cuadros en color naranja, permiten ver las acciones o intervenciones encaminadas a mejorar dichas categorías

Gráfico 7. Modelo de Fuerzas Motrices



Fuente: Elaboración propia

El modelo de fuerzas motrices permitió identificar cada etapa del evento en salud, esto facilita determinar el problema y tomar medidas ya sean preventivas o de mitigación sobre el mismo.

Cabe resaltar, que la normativa cumple un papel importante, a través de esta se regula la distancia a la que se encuentra la antena y también la radiación máxima permisible, la cantidad de antenas no sería relevante si cada una de estas cumpliera con lo establecido. Estudios determinan que, en Colombia a pesar de contar con una norma exigente, las entidades nacionales y locales no están cumpliendo de forma eficiente sus funciones. Las antenas ubicadas en las áreas urbanas, requieren de un fuerte control entre las entidades con funciones en materia de telecomunicaciones, con el fin de asegurar una mayor efectividad y eficiencia de las acciones y las medidas que se implementen; garantizando un buen servicio y protección a la comunidad (Gallego et al.,2013).

6.6 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La distancia entre antenas de telecomunicación y la población expuesta es un factor determinante en la salud de estos, los mapas permiten hacer una revisión más cercana del estado en el que se encuentra la UPZ Suba, gracias a esto se evidencia el incumplimiento de cuatro antenas, debido a que se encuentran en zonas residenciales, sin una distancia prudente, ignorando lo establecido en el Decreto Distrital 190 de 2004 el cual establece que no se permite la ubicación de estas

antenas a un radio menor a 200 m de centros educativos, centros geriátricos, centros médicos y residencias. Por otro lado, un estudio realizado en España en el que se realiza un proceso de medición de radiación electromagnética no ionizante de sistemas de banca ancha en buques de guerra, asegura que las tasas de mortalidad son mayores en personas que se encuentran en un radio de 500 m (Sánchez et al., 2018). Así mismo en Brasil se realizó una correlación espacial entre las antenas que emiten radiación y casos de muerte por neoplasia en el municipio de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais, Brasil, de 1996 a 2006 y medir los niveles de exposición humana; este tuvo como resultado la existencia de una correlación y se afirmó que la tasa de mortalidad aumentaba cuando las personas se encuentran expuestas a un radio medio de 500 m a comparación de la población que reside más lejos de las antenas (Dode et al., 2011).

El constante aumento de la demanda de servicios móviles genera como consecuencia, crecimiento en el número de antenas de telecomunicación que emiten constante RNI y podrían o no afectar la salud de las personas que residen cerca de las mismas, para la UPZ 27 Suba se realizó un estudio de morbilidad sentida que arrojó como resultado que la afectación a la salud es casi nula o poco relevante, las personas que hicieron parte de este estudio no presentaban ningún síntoma relacionado a enfermedades puntuales que fueron extraídas de estudios previamente realizados. Entre los cuales se encuentra, una investigación que se realizó en Grecia para determinar el efecto de la radiación sobre la proteína precursora amiloide (APP) y la alfa-sinucleína (α -syn) en células de neuroblastoma humano, estas fueron cultivadas in vitro a radiación, y se concluyó que su metabolismo se alteraba después de la irradiación, a este se le puede atribuir alteraciones en los mecanismos patógenos de la enfermedad de Alzheimer y Parkinson (Stefi et al., 2019). Por otro lado, contrarrestando estos resultados la OMS a través de estudios realizados asegura que no existe prueba de que las emisiones de radiación puedan ser influyentes en efectos adversos en la salud de la población. Sus estudios epidemiológicos recientes no reflejan relación entre dicha radiación y el incremento en el aumento de morbilidad por cáncer o cualquier otra enfermedad (Secretaría Distrital de Planeación, s.f.).

Continuando con lo dicho anteriormente, además de la distancia y el aumento en la instalación de antenas, el modelo de fuerza motriz permite identificar otras variables que a su vez pueden influir en la salud de la población, como lo es el tiempo de exposición, ya que es un factor determinante en el empeoramiento o deterioro de la misma (Dode et al., 2011), gracias a esto se puede inferir que las personas que se encuentran realizando sus actividades cotidianas cerca de las antenas por periodos prolongados, podrían verse afectados en un mayor rango a las que residen a una distancia más lejana.

7 IMPACTO SOCIAL Y HUMANÍSTICO

La salud pública es un tema de interés mundial, por lo que se hace necesario realizar estudios que permitan conocer más información sobre los riesgos a los que se encuentra expuesta la población. Entre dichos estudios se encuentran los de morbilidad sentida que permiten recopilar la información suministrada por las personas acerca de su estado de salud como producto de sus conocimientos e interpretaciones y cuya finalidad es proponer medidas de prevención y control para las enfermedades (González et al., 2007). Es importante tener en cuenta la comunicación del riesgo, ya que esta permite que toda persona expuesta en este caso a RNI por vivir o permanecer mucho tiempo cerca de antenas de telecomunicación, sea capaz de mantenerse informada y así mismo puedan tomar decisiones que permitan mitigar los efectos de la amenaza, generando acciones de protección y prevención.

Por otro lado, cabe resaltar que un beneficio de este proyecto fue incitar, promover el cuidado de la salud y brindar información a los habitantes de los riesgos a los que se encuentran expuestos, el modelo de fuerzas motrices permitió hacer una relación entre variables y así identificar o tomar medidas preventivas sobre los posibles riesgos o lo que se podría generar de cada factor influyente. Informar a la población impulsa el autocuidado y a su vez promueve la toma de decisiones cómo y exige un cumplimiento por parte de las empresas que prestan el servicio ya que son los encargados de la instalación de antenas.

De la misma manera, este estudio puede ser utilizado por las empresas que prestan servicios que emitan este tipo de radiación, con el fin de realizar un análisis interno, el cual permita identificar si se está o no cumpliendo con la normativa vigente e implementar medidas de mitigación, prevención y corrección para garantizar una correcta prestación del servicio y la conservación de la salud de la población a mediano y largo plazo.

8 CONCLUSIONES

La herramienta ArcGIS permitió identificar el total de sitios de interés que se encuentran cerca a las antenas de telecomunicación, con ayuda de los mapas, se concluye que hay 2 Unidades de Salud, 24 IPS, 55 Colegios, 3 Centros Comerciales y 1 Centro Geriátrico, también permitió determinar cuáles de estos se encontraban dentro del buffer de 50 m, teniendo en cuenta que dentro de los mismos podría existir población vulnerable y confirmando que dichas antenas no cumplen con lo establecido en decreto 1078 del 2015 de límites de exposición.

La falta de información y de estudios genera sesgos a la hora de concluir si las radiaciones electromagnéticas generan efectos adversos en la salud de la población, según este estudio, se pudo inferir que sus resultados son casi son irrelevantes, no se puede asociar directamente la radiación a los problemas de salud que presenta en la actualidad la UPZ suba.

El modelo de fuerza motriz junto estudios previamente leídos, permiten concluir que son varias las variables que juegan un papel importante en la exposición de las personas RNI que podría desencadenar en el aumento en la morbilidad o acelerar el proceso de enfermedades preexistente, como lo son la distancia, tiempo de exposición y la frecuencia de emisión.

El 60% de las personas encuestadas afirmaron no conocer el concepto de RNI, es por esto que se hace necesario generar conciencia y realizar más capacitaciones para que la población esté enterada de lo que sucede al momento de instalar antenas de telecomunicación cercanas a su lugar de residencia, así mismo, continuar con las investigaciones, que contribuyan a la regulación en el tiempo de exposición, la distancia y demás factores influyentes para así prevenir afectaciones a futuro en la salud de la población; este estudio sienta las bases necesarias para que trabajos futuros puedan ser realizados teniendo en cuenta las recomendaciones propuestas.

9 RECOMENDACIONES

- Se hace necesario tener en cuenta las mediciones de las antenas y sus respectivas variables; con el fin de encontrar una relación más directa entre la RNI emitida por la antena y la salud de la persona y así mismo generar un diagnóstico más certero en la afectación a la salud.
- Se recomienda garantizar que cada persona adquiriera un mínimo de conocimiento teórico y práctico sobre antenas, para esto se propone realizar programas de capacitación, y así constatar que las personas tengan una base suficiente para la toma de decisiones personales encaminadas al autocuidado y protección por parte de las entidades (Badani, 2015).
- Con el fin de integrar los actores interesados en los planteamientos de los problemas y en el establecimiento de las soluciones, es de suma importancia permitir la participación ciudadana en los procesos de formulación, gestión, implementación, cumplimiento y seguimiento de planes, programas, proyectos y sus políticas públicas para el manejo integral de los aspectos ambientales en cuanto a radiación y la salud pública.
- Se recomienda a las empresas prestadoras de los servicios de telecomunicación, integrar más a la comunidad mediante citatorios o preconsultas que informen sobre la postura de las antenas cerca a sus hogares y así mismo provean recomendaciones para que dichas antenas no afecten la calidad de vida de los residentes.

REFERENCIAS

- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2011). *Salud Capital*. Obtenido de <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Todo%20ASIS/SUBA.pdf>
- Alvino, C. (12 de Abril de 2021). *branch*. Obtenido de <https://branch.com.co/marketing-digital/estadisticas-de-la-situacion-digital-de-colombia-en-el-2020-2021/>
- Alvarado, R., & Santos, J. (Noviembre de 2012). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4886446.pdf>
- Alonso, F., Garcia, V., & Onaindia, O. (Noviembre de 2011). *Subdirección de Salud Pública de Bizkaia*. Obtenido de https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/salud_amb_campos_electrom/es_def/adjuntos/cem_es.pdf
- Aponte, G. (2007). *Medición de Campos Electromagnéticos en la Ciudad de Cali, Colombia*. Scielo. Retrieved December 5, 2021, from https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642007000300006&script=sci_arttext&lng=p
- Badani, I. (2015). *Repositorio Universidad de Chile*. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/137231>
- Barbosa, N., Pedrós, L., Daza, A., & Lozano, A. (22 de Febrero de 2013). Efectos biológicos y aspectos de seguridad de las radiaciones no ionizantes en la resonancia magnética. Bogotá, Colombia. Obtenido de http://contenido.acronline.org/Publicaciones/RCR/RCR24-4/02_efectos%20biologicos.pdf
- Bengt, K. (s.f.). *Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADulo+49.+Radiaciones+no+ionizantes#:~:text=La%20radiaci%C3%B3n%20no%20ionizante%20>
- Castillo, Á. (2013). DINÁMICA DE LAS CONSTRUCCIONES POR USOS DE LA LOCALIDAD DE SUBA EN LOS AÑOS 2002 Y 2012. Bogotá, Colombia.

- Cisco. (9 de Marzo de 2020). Cisco. Obtenido de <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>
- Construcciones Mundial S.A.S. (n.d.). *PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO Y MORBILIDAD SENTIDA*. SGSST. Retrieved December 5, 2021, from <http://sgsst.construccionesmundial.com/ENCUESTA%20DE%20MORBILIDAD%20SENTIDA.pdf>
- Cruz, V. M. (2009). RIESGO PARA LA SALUD POR RADIACIONES NO IONIZANTES DE LAS REDES DE ENERGÍA. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 26(1), 104-112. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v26n1/a18v26n1.pdf>
- Dauda Usman, J., Isyaku, U. M., Magaji, R. A., & Fasanmade, A. A. (2020). Assessment of electromagnetic fields, vibration and sound exposure effects from multiple transceiver mobile phones on oxidative stress levels in serum, brain and heart tissue. *Scientific African*, 7, e00271. [https://https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.sciaf.2020.e00271](https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.sciaf.2020.e00271)
- esri. (s.f.). *ArcGIS for Desktop*. Obtenido de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/map/working-with-layers/what-is-a-layer-.htm#:~:text=Las%20capas%20son%20el%20mecanismo,s%C3%ADmbolos%20y%20etiquetas%20de%20texto>
- Dode, A. C., Leão, M. D., Tejo, A. F., Gomes, A. C., Dode, D. C., Dode, M. C., Moreira, C. W., Condessa, V. A., Albinatti, C., & Caiaffa, W. T. (2011, June 13). *Mortality by neoplasia and cellular telephone base stations in the Belo Horizonte municipality, Minas Gerais state, Brazil*. ScienceDirect. Retrieved December 5, 2021, from <https://www.sciencedirect-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/science/article/pii/S0048969711005754>
- Faraldo, P., & Pateiro, B. (2013). Estadística Descriptiva. Galicia, España.
- Federación de Enseñanza. (Septiembre de 2009). Radiaciones. Andalucía, España.

Función Pública. (2015). *Función Pública*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77888>

Gallego, L. M., Torres, J. I., & Castañeda, J. A. (2013, September 13). *METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO DE ÁREAS URBANAS CON ALTA EXPOSICIÓN A RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS EMITIDAS POR ESTACIONES BASE DE TELEFONÍA MÓVIL*. Scielo. Retrieved December 5, 2021, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742014000100011

Gallastegi, M., Jiménez-Zabala, A., Molinuevo, A., Aurrekoetxea, J. J., Santa-Marina, L., Vozmediano, L., & Ibarluzea, J. (2019). Exposure and health risks perception of extremely low frequency and radiofrequency electromagnetic fields and the effect of providing information. *Environmental Research*, 169, 501-509. <https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.envres.2018.11.042>

Garces, D. (10 de Febrero de 2015). *Tráfico de datos móviles crecerá casi 10 veces en los próximos cinco años, predice estudio Cisco Visual Networking Index (VNI)*. Obtenido de <https://gblogs.cisco.com/cansac/trafico-de-datos-moviles-crecera-casi-10-veces-en-los-proximos-cinco-anos-predice-estudio-cisco-visual-networking-index-vni/>

González, G., Valencia, M. L., Agudelo, N. A., Acevedo, L., & Vallejo, I. C. (2006). *Morbilidad sentida de las urgencias médicas y la utilización de los servicios de salud en Medellín, Colombia, 2005-2006*. doi:10.7705/biomedica.v27i2.214.

Guerrero Abreu, J., Pérez, A., & Díaz, J. L. (Septiembre de 2006). *Scielo*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-65572006000300008&script=sci_arttext&tlng=pt

Horst, E., Klaus, H., Birgitt, L., Voguel, P., & Volt, H. (2004). INFLUENCIA DE LA CERCANÍA DE UNA ANTENA DE TELEFONÍA MÓVIL SOBRE LA INCIDENCIA DEL CÁNCER. *Umwelt·medizin·gesellschaft*, 17.

Lahura, E. (Enero de 2003). El Coeficiente de Correlación y Correlaciones Espúreas. Perú.

Lourdes, T. (2019). Las Radiaciones en la Vida Cotidiana. Argentina.

Ministerio de Salud y Protección Social & Organización Panamericana de la Salud. (2014). *Modelo de Fuerzas Motrices en el marco de la Dimensión de Salud Ambiental del Plan Decenal de Salud Pública 2012–2021*. Ministerio de Salud y Protección Social. Retrieved December 5, 2021, from <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RI/DE/VS/PP/SA/modelo-de-fuerzas-motrices-en-el-marco-de-la-dimension-de-salud-ambiental-del-plan-decenal-de-salud-publica-2012-2021.pdf>

Ministerio del Ambiente. (Junio de 2014). *Minamb*. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/Evaluaci%C3%B3n-de-Radiaciones-No-Ionizantes-producidas-por-los-Servicios-de-Telecomunicaciones.compressed.pdf>

Ministerio de Salud. (11 de Julio de 2016). *Ministerio de Salud*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RI/DE/VS/PP/SA/gestion-dts-campos-electromagneticos-telefonía-movil.pdf>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (26 de Junio de 2014). *Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. Obtenido de https://mintic.gov.co/portal/604/articles-7149_documento.pdf

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (s.f). *Movistar*. Obtenido de <https://www.movistar.co/documents/10184/317089/cartilla.pdf/d0ac5513-dc91-4c20-942d-1bce0451d39f>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia. (s.f.). *MinTIC*. Obtenido de <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-propertyvalue-36342.html>

Mintrabajo. (2 de Junio de 2020). *Ministerio de Trabajo*. Obtenido de <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/60876961/Circular+0041-2020.PDF/98d19065-352d-33d2-978e-9e9069374144?t=1591222484807>

Montañez, R. D. (Septiembre de 2019). Caracterización localidad de Suba. Bogotá D.C, Colombia.

- Mosquera, A. D. (2020). *LA RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA NO-IONIZANTE EN LA CIUDAD DE NEIVA*. Universidad Cooperativa de Colombia. Retrieved December 5, 2021, from https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/18128/3/2020_%20radiaci%C3%B3n_electromagn%C3%A9tica_no-ionizante.pdf
- Olivera, A. (Septiembre de 2019). *UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"*. Obtenido de http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/3550/T033_43843827_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Observatorio de Bogotá. (28 de Mayo de 2021). *SaluData*. Obtenido de <https://saludata.saludcapital.gov.co/osb/index.php/datos-de-salud/salud-ambiental/exposicionradiacionesnoionizantes/>
- OMS. (8 de Octubre de 2014). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/electromagnetic-fields-and-public-health-mobile-phones>
- Organización Mundial de la Salud. (Junio de 2007). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de https://www.who.int/social_determinants/publications/early_child_dev_ecdkn_es.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (29 de Abril de 2016). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures#:~:text=la%20radiaci%C3%B3n%20ionizante%3F-,La%20radiaci%C3%B3n%20ionizante%20es%20un%20tipo%20de%20energ%C3%ADa%20liberada%20por,una%20forma%20d>
- Organización Mundial de la Salud. (s.f.). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de https://www.who.int/peh-emf/project/EMF_Project/es/
- Organización Mundial de la Salud. (s.f.). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/peh-emf/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (s.f.). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/about/who-we-are/constitution#:~:text=La%20salud%20es%20un%20estado,>

o%20condici%C3%B3n%20econ%C3%B3mica%20o%20social.

País, R. E. (26 de Mayo de 2020). *El País.com*. Obtenido de <https://www.elpais.com.co/economia/en-colombia-hay-seis-millones-de-personas-trabajando-desde-casa-por-la-pandemia-de-covid-19.html>

Personería de Bogotá. (17 de Junio de 2019). *Personería de Bogotá*. Obtenido de <https://www.personeriabogota.gov.co/sala-de-prensa/notas-de-prensa/item/495-el-94-de-antenas-de-telecomunicaciones-funcionan-irregularmente-en-bogota>

Rodríguez, C., Peña, S., & Ortega, H. (6 de Mayo de 2010). Estudio de los niveles de radiación electromagnética. Santander, Colombia.

Rojas, K. (2009, April 24). *RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA*. Universidad República Bolivariana. Retrieved December 5, 2021, from https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/432/digital_17516.pdf?sequence=1

Sada, I., Gorocica, P., & Lascurain, R. (17 de Septiembre de 2004). *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-75852004000400008

Sánchez, L. F., Calviño, F. J., García, S., Núñez, J. M., Taboada, J. M., Araujo, M. G., Rodriguez, J. L., García, I., & Obelleiro, F. (2018, February). *Radiation hazards to personnel from non-ionizing fields of broadband HF systems onboard a vessel: Measurement and simulation*. ScienceDirect. Retrieved December 5, 2021, from <https://www-sciencedirect-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/science/article/pii/S0263224117306814>

Secretaría Distrital de Planeación. (22 de Mayo de 2019). *SDP*.

Secretaría Distrital de Planeación. (s.f.). Antenas para el desarrollo - Salud. SDP. Retrieved December 5, 2021, from http://www.sdp.gov.co/micrositios/antenas-estaciones-radioelectricas/salud.html

Secretaría Jurídica Distrital. (2011). *Secretaría Jurídica Distrital*. Obtenido de

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=45204>

Senado de la República Mexicana. (2006). *PROPOSICIÓN CON PUNTO DE ACUERDO DEL GRUPO PARLAMENTARIO DEL PVEM EN EL SENADO DE LA REPUBLICA, RELATIVO A LAS ACCIONES CONTRA LA CONTAMINACIÓN ELECTROMÁGNÉTICA EN MEXICO*. México.

Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales. (2015). *Sisben*. Obtenido de <https://www.sisben.gov.co/Documents/Informaci%C3%B3n/Leyes/Ley%201755%20de%202015%20Derechos%20de%20petici%C3%B3n.pdf>

Stefi, A. L., Margaritis, L. H., Skouroliakouc, A. S., & Vassilacopouloua, D. (2019, February 22). *Mobile phone electromagnetic radiation affects Amyloid Precursor Protein and -synuclein metabolism in SH-SY5Y cells*. ScienceDirect. Retrieved December 5, 2021, from <https://www.sciencedirect-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/science/article/pii/S0928468018303523#sec0095>

Tang, C., Yang, C., Cai, R. S., Ye, H., Duan, L., Zhang, Z., Shi, Z., Lin, K., Song, J., Huang, X., Zhang, H., Yang, J., & Cai, P. (2019). Analysis of the relationship between electromagnetic radiation characteristics and urban functions in highly populated urban areas. *Science of the Total Environment*, 654, 535-540. <https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.scitotenv.2018.11.143>

Tutivén, P. (s.f). *Los Efectos de las Radiaciones Electromagnéticas de Radiofrecuencia en la Salud Humana*. Guayaquil, Ecuador

UNCT & EHP COLOMBIA. (Abril de 2020). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/health-cluster/countries/colombia/Colombia-COVID-19-response-plan.pdf?ua=1>

Veeduría Distrital. (2017). Ficha UPZ Suba. Bogotá, Colombia.

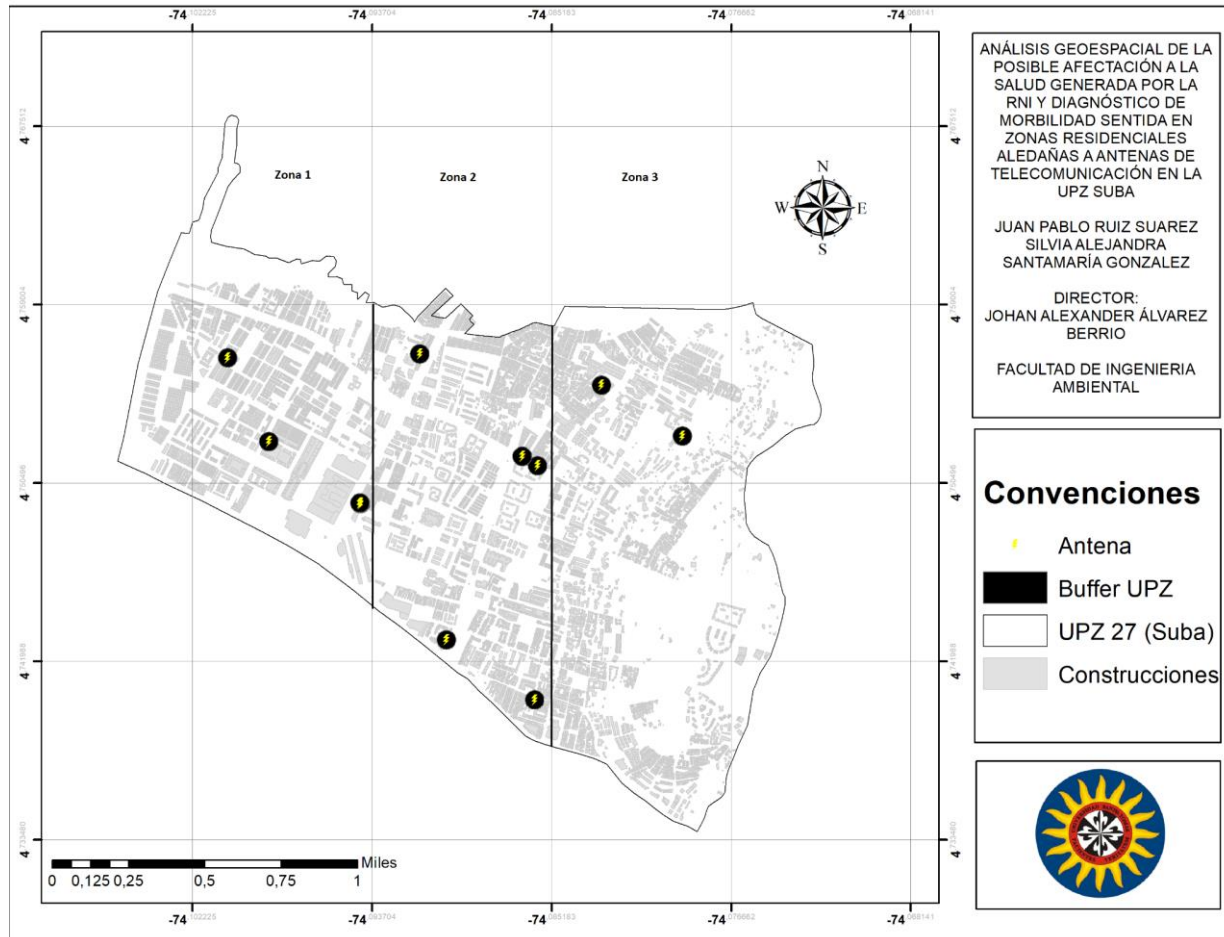
World Health Organization. (s.f.). *RECOMENDACIONES DE EXPOSICION A CEM Y POLÍTICAS*. WHO. Retrieved December 5, 2021, from https://www.who.int/peh-emf/publications/Risk_Spanish_chp3.pdf

ANEXOS

Anexo A. Información suministrada sobre las antenas

		SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN Folios: 6			
		Anexos: No No. Radicación: 2-2021-01785 No. Radicado Inicial: 1-2020-63618 No. Proceso: 1664667 Fecha: 2021-01-09 16:54 Tercero: ALCALDIA LOCAL DE SUBA Dep. Radicadora: Dirección de Vías, Transporte y Servicios Públicos Clase Doc: Salida Tipo Doc: Oficio de salida Consec: XXXXXX-XXXXX			
NOMBRE	DIRECCION1	OPERADOR	ACTO	NUME	FECHA ACTO
Suba	Carrera 109 No. 143 - 25/27/31/33	COMCEL S.A	RES	404	12/3/1997
Colina Campestre	Calle 142 A No. 52 - 65	CELUMOVIL	RES	266	8/5/1997
La Alborada	Calle 98 No. 50 - 37	COMCEL S.A	RES	308	23/9/1997
Niza	Calle 127 B No. 55 - 41 Lote 18	COMCEL S.A	RES	420	18/12/1997
Puente Largo	Calle 106 A No. 40 - 21	COMCEL S.A	RES	421	19/12/1997
Calle 179	Calle 179 No. 46 A - 09/15 Lotes 3 y 4	COMCEL S.A	RES	56	13/2/1998
Morato	Calle 103 No. 50 - 53/59	CELUMOVIL	RES	134	17/3/1998
Rincón	Calle 124 No. 91 - 58	SIEMENS	RES	327	22/6/1998
Gloria Lara	Calle 128 A No. 98 - 53	SIEMENS	RES	328	22/6/1998
San Andres	Calle 142 B No. 132 - 12	SIEMENS	RES	325	22/6/1998
Los Pinos	Calle 153 No. 97 - 06	SIEMENS	RES	324	22/6/1998
No se conoce	Carrera 95 A No.125 - 57	COMCEL S.A		88	2/3/1999
Suba (cerro)	Transversal 68 A No. 141 - 60	EMTELCO	RES	58	14/2/2000
El Batán	Transversal 33 No. 122 - 21	EPM	RES	467	31/10/2000
Carrera 99	Carrera 99 No. 140 B - 31	AVANTEL S.A.	RES	469	31/10/2000
Cantalejo	Carrera 53 A No. 160 - 55	EPM	RES	465	31/10/2000
Niza	Calle 127 A No. 55 - 08	AVANTEL S.A.	RES	7	1/12/2000
Niza Norte	Calle 127 A No. 58 - 33/37	EPM	RES	571	26/12/2000
Suba	Carrera 101 B No. 141 A - 70	EPM	RES	449	30/10/2001
Villa del Prado	Carrera 45 No. 177 - 75	COLOMBIA MOVIL S.A.	RES	508	10/1/2003
No se conoce	Avenida Carrera Autopista Norte No.232 - 35	COMCEL S.A		70	25/2/2003
Bachue	Calle 122 B No. 113 A - 24/28	COMCEL S.A	RES	626	11/4/2003
Casablanca	Carrera 53 A No. 161 - 50	COMCEL S.A	RES	627	11/4/2003
Villa del Prado	Diagonal 170 No. 61 - 16	COMCEL S.A	RES	211	5/7/2003
La Floresta	Carrera 49 No. 98 - 15	COLOMBIA MOVIL S.A.	RES	541	10/8/2003
No se conoce	Diagonal 115 No.45-82	COMCEL S.A		413	13/8/2003
No se conoce	Calle 146 A No.92 - 79	COMCEL S.A		414	13/8/2003
Centro Suba	Calle 141 No. 92 - 61	COLOMBIA MOVIL S.A.	RES	548	10/9/2003
Prado Veraniego -Calle 129	Carrera 41 No. 130 - 33	COMCEL S.A	RES	493	30/9/2003
Suba Rincón	Carrera 93 No. 117 C - 20	COLOMBIA MOVIL S.A.	RES	565	16/10/2003
Japón	Calle 127 A No. 103 - 15	COLOMBIA MOVIL S.A.	RES	580	20/10/2003
Suba II	Transversal 112 B No. 142 A - 17	COLOMBIA MOVIL S.A.	RES	581	20/10/2003
Iserra 100	Transversal 43 A No. 100 - 09	COLOMBIA MOVIL S.A.	RES	600	23/10/2003
Suba III	Carrera 144 A No. 128 - 79	COLOMBIA MOVIL S.A.	RES	610	28/10/2003
No se conoce	Carrera 55 C No.161 - 20	COMCEL S.A		627	4/11/2003
Morato	Avenida 116 No. 51 - 91	COLOMBIA MOVIL S.A.	RES	667	14/11/2003
Pasadena	Carrera 35 No. 105 - 77	COLOMBIA MOVIL S.A.	RES	685	21/11/2003
Solis Restrepo	Calle 125 Bis No. 43 - 96	COLOMBIA MOVIL S.A.	RES	683	21/11/2003
Cortijo	Diagonal 130 No. 147 - 78	COMCEL S.A	RES	56	29/1/2004
Ciudad Jardín Norte	Calle 130 No. 53 - 48	COLOMBIA MOVIL S.A.	RES	114	25/2/2004
No se conoce	Carrera 54Bis No.130-46	COMCEL S.A		148	19/3/2004
Covadonga	Avenida Boyacá No. 130 - 46	COMCEL S.A	RES	148	19/3/2004
Suba I	Calle 153 No. 97 B - 06 int. 22	COLOMBIA MOVIL S.A.	RES	266	18/5/2004
Spring (Nueva)	Carrera 40 No. 129 - 61	COLOMBIA MOVIL S.A.	RES	348	29/6/2004
EB La Victoria	Calle 142 No. 41 - 47	COMCEL S.A	RES	347	29/6/2004
La Castellana	Avenida 13 No. 100 - 12	BELLSOUTH	RES	512	23/9/2004
Torre Impsat	Calle 170 No. 64 - 31	IMPSAT	RES	535	30/9/2004
El Minuto (Nueva)	Transversal 61 No. 98 - 90	COLOMBIA MOVIL S.A.	RES	92	2/12/2004
El Minuto (Nueva)	Calle 133 No. 107 B - 25	COMCEL S.A	RES	159	13/1/2005

Anexo B. Distribución de zonas para barrido

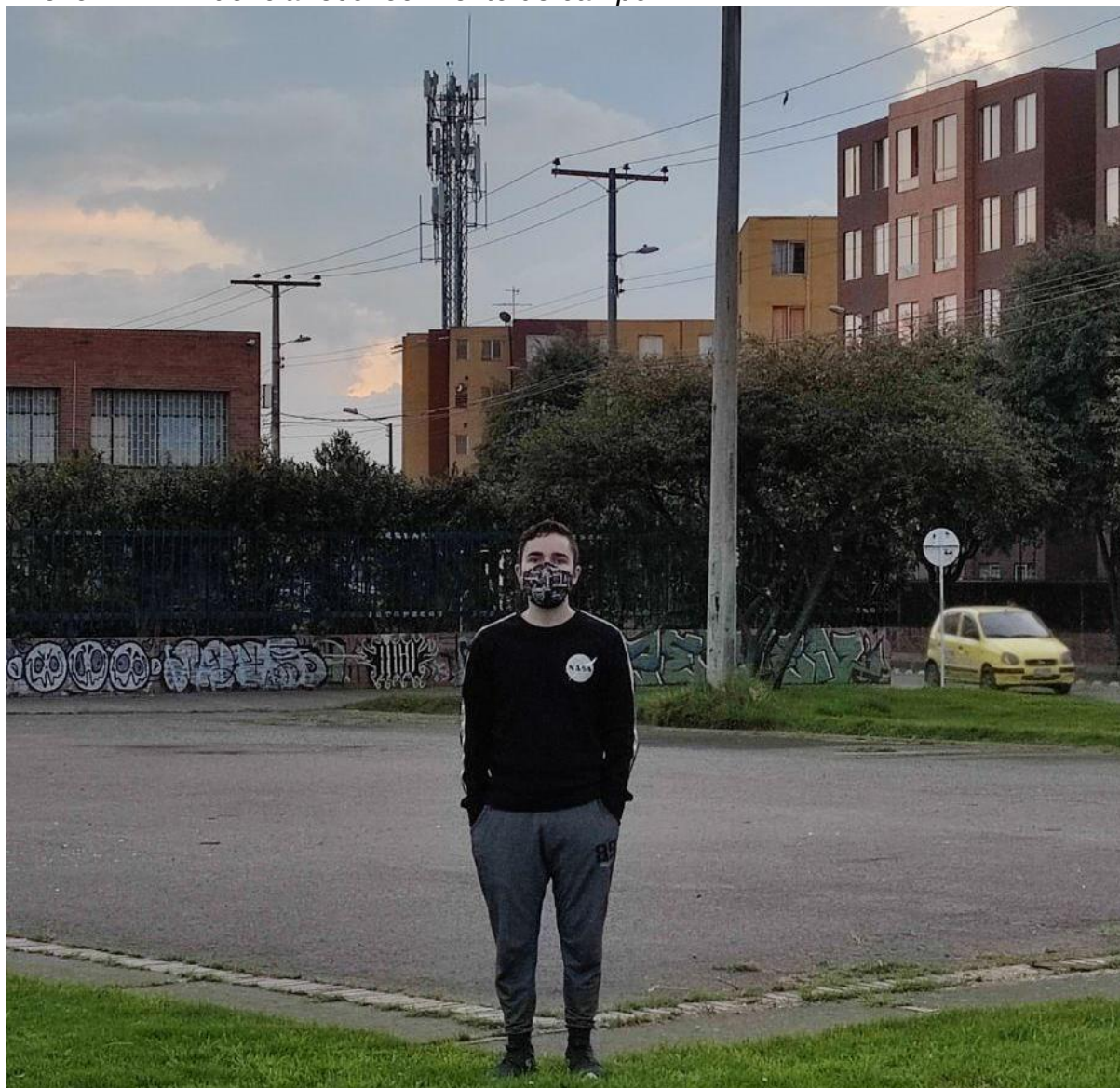


Anexo C. Encuesta de morbilidad sentida

1. Datos personales	
Nombre:	
Fecha:	
Edad:	
Sexo:	
Ocupación:	
2. Información base	
¿Sabe que es la radiación electromagnética no ionizante ?	
Cree que este tipo de radiación puede afectar su salud ?	
¿En qué grado ?	
¿Cerca a su vivienda tiene antenas?	
¿Cerca a su lugar de trabajo?	
3. Antecedentes médicos	
¿Ha presentado alguna de las siguientes enfermedades?	
¿Ha tenido problemas cardiacos?	
¿Ha sentido trastornos reproductivos? (Abortos o infertilidad)	
¿Ha presentado algún tipo de tumor? (Cerebral)	
¿Ha padecido cáncer? (Piel o cerebro)	

¿En su hogar alguna persona padece de alguna morbilidad?			
Seleccione la opción si hay molestia o dolor, en algunas de las partes del cuerpo relacionadas en la siguiente figura. Si no tiene ninguna, marcar NO. Si tiene, por favor especifique hace cuánto tiempo, según la tabla relacionada a continuación			
	SI	NO	A. Cuello
			B. Hombro derecho
			C. Hombro izquierdo
			D. Brazo derecho
			E. Brazo izquierdo
			F. Codo derecho
			G. Codo izquierdo
			H. Antebrazo derecho
			I. Antebrazo izquierdo
			J. Dedos, Mano Derecha
			K. Dedos, Mano Izquierda
			L. Espalda Alta (cervical)
			M. Espalda Media (dorsal)
			N. Espalda baja / Cintura
			O. Rodilla Derecha
			P. Rodilla Izquierda
		Q. Pie Derecho	
		R. Pie Izquierdo	
		S. Cabeza	

Anexo D-1. Evidencia reconocimiento de campo 1



Anexo D-2. Evidencia reconocimiento de campo 2



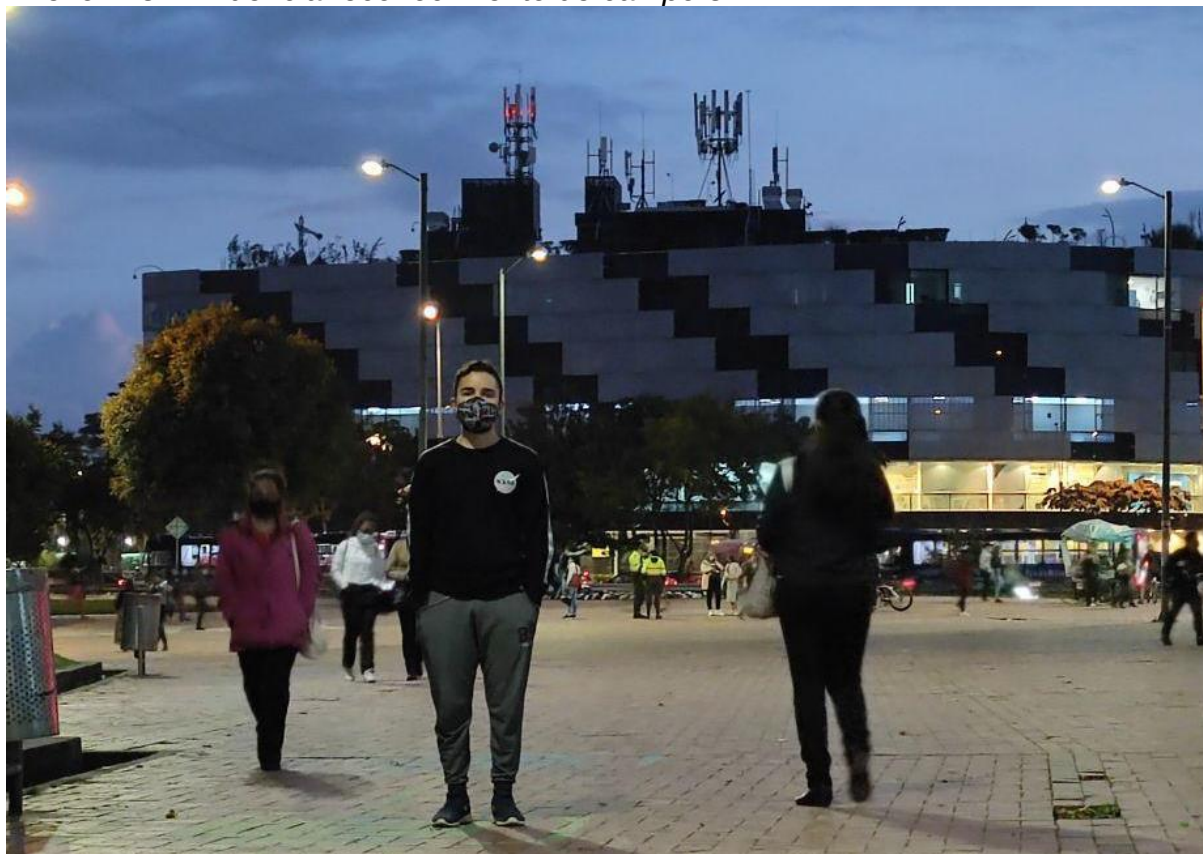
Anexo D-3. Evidencia reconocimiento de campo 3



Anexo D-4. Evidencia reconocimiento de campo 4



Anexo D-5. Evidencia reconocimiento de campo 5



Anexo D-6. Evidencia reconocimiento de campo 6



Anexo D-7. Evidencia reconocimiento de campo 7



Anexo D-8. Evidencia reconocimiento de campo 8



Anexo D-9. Evidencia reconocimiento de campo 9

