



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada. Toluca, Estado de México. 7223898475*

RFC: ATII20618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/>

Año: VIII Número: 1 Artículo no.:65 Período: 1 de Septiembre al 31 de diciembre, 2020

TÍTULO: Contaminación electromagnética por dispositivos de comunicación inalámbrica y sus efectos en la salud.

AUTORES:

1. Máster. Carlos Roberto Sampedro Guaman.
2. Máster. Diego Paul Palma Rivera.
3. Máster. Darwyn Agustín Tinitana Villalta.
4. Ing. Jeneffer Joselin Barberan Moreira.

RESUMEN: Con la llegada de la tecnología 5G a Ecuador y los múltiples dispositivos que se comunican mediante redes wifi, el despliegue de este sin cables ha ganado un gran espacio, generando un electro contaminación y avivando la preocupación por los efectos que este campo electromagnético tiene en la salud pública. Esto motivó a hacer una revisión minuciosa de los resultados de estudios en el área médica y tecnológica para comprender y determinar la posibilidad de que las ondas puedan ser causantes de enfermedades graves como el cáncer, afectaciones en la fertilidad y el ADN, entre otros. Aún sin contar con resultados contundentes sobre la relación con alguna de estas enfermedades, es claro que una exposición prolongada tiene afectaciones a la salud y es necesario tomar algunas medidas de prevención.

PALABRAS CLAVES: contaminación electromagnética, campos electromagnéticos, salud pública, hipersensibilidad electromagnética, wifi.

TITLE: Electromagnetic contamination by wireless communication devices and its effects on health.

AUTHORS:

1. Máster. Carlos Roberto Sampedro Guaman.
2. Máster. Diego Paul Palma Rivera.
3. Máster. Darwyn Agustín Tinitana Villalta.
4. Ing. Jeneffer Joselin Barberan Moreira.

ABSTRACT: With the arrival of 5G technology in Ecuador and the multiple devices that communicate by Wi-Fi networks, the deployment of this without wire has gained a lot of space, generating an electro-pollution and fueling concern about the effects this electromagnetic field has on public health. This prompted a thorough review of the results of studies in the medical and technological area to understand and determine the possibility that the waves could be causing serious diseases such as cancer, affectations in fertility and DNA, among others. Even without conclusive results about the relationship with any of these diseases, it is clear that prolonged exposure has health effects and it is necessary to take some preventive measures.

KEY WORDS: electromagnetic pollution, electromagnetic fields, public health, electromagnetic hypersensitivity, wifi.

INTRODUCCIÓN.

El uso masivo de dispositivos móviles, el incremento de fuentes generadoras de los campos electromagnéticos en los hogares y el inicio de la instalación de antenas para la tecnología 5G se ha generado una reactivado la preocupación social y las demandas de sectores implicados ante la necesidad de una norma que permita proteger a los ciudadanos de los posibles efectos a la salud que los campos electromagnéticos (CEM) pueden ocasionar.

Desde el año 1994, el Parlamento Europeo reclamaba a la Comisión Europea la adopción de medidas legislativas para limitar la exposición de los trabajadores y la población general a la radiación electromagnética no ionizante, en 1979 Wertheimer y Leeper asociaron la exposición de CEM de baja frecuencia con cáncer, pero a pesar de los numerosos estudios realizados en varios países, no se ha demostrado ningún mecanismo causal que fundamente tal asociación (Vargas Marcos, 2004).

Como fuentes generadoras de radiaciones no ionizantes se encuentran las líneas de transmisión eléctrica y las estaciones de transformación (50-60 Hz), las fuentes conmutadas, las estaciones de radiodifusión de amplitud modulada (525- 1735 kHz), las estaciones de radiodifusión de frecuencia modulada (88-108 mHz), las estaciones de televisión (VHF y UHF) y los sistemas de comunicaciones móviles por celdas (800 y 1900 MHz), entre otras tecnologías empleadas en la transmisión eléctrica, las telecomunicaciones, en equipos industriales, médicos y electrodomésticos. Algunos estudios alertan sobre los efectos a la salud como el cáncer y cambios en el comportamiento de las personas, aunque esto no se ha llegado a demostrar (Skavarca & Aguirre, 2006).

El término wifi (fidelidad inalámbrica, wireless fidelity) corresponde a un tipo particular red inalámbrica WLAN. Wifi es el nombre que la wifi Alliance (Asociación de empresas para el desarrollo de wifi) da al estándar o protocolo de comunicaciones inalámbricas y que está normalizada según el estándar 802.11 del IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), esta red permite que una serie de dispositivos se comuniquen entre sí en zonas geográficas limitadas, en las bandas de frecuencias de uso común 2,4 y 5 GHz.

Según el Real Decreto 1066/2001 del 28 de septiembre, se considera estación radioeléctrica a uno o más transmisores o receptores, incluyendo las instalaciones para asegurar un servicio de radiocomunicación, por lo que las redes de telecomunicaciones bajo el estándar wifi son consideradas estaciones radioeléctricas (Vargas Marcos, 2012).

El ser humano está expuesto desde el vientre materno a campos electromagnéticos de alta y baja frecuencia por el intenso desarrollo de la tecnología apoyados en la emisión de ondas electromagnéticas. Esto ha generado sin una base concluyente el rechazo por parte de la medicina ante una posible asociación con nuevas enfermedades.

El sistema celular del ser humano trabaja con campos electromagnéticos (especialmente el cerebral). Este sistema ayuda a la comunicación intracelular, reacciones bioquímicas y la comunicación intercelular. Hay un fenómeno de bio resonancia.

La presencia de nuevos campos externos (polución electromagnética) produce diversos grados de afectación en cada persona. Basado en hipótesis derivadas de estudios que señalan las alteraciones de la permeabilidad de BHE (barrera hematoencefálica), de la hipoperfusión (disminución del flujo de sangre) de zonas cerebrales, medida por tomografía cerebral ultrasónica, de la deficiencia, secreción de melatonina (hormona del ciclo sueño-vigilia) y de la presencia de marcadores de estrés cerebral, como diversas proteínas de choque térmico (Tinao, 2018). Aún no hay consenso científico sobre esta materia, pero tiene su lógica y fundamento, por lo que es necesario aplicar el principio de precaución.

El síndrome de la hipersensibilidad electromagnética se presenta con síntomas como: Dolor de cabeza recurrente, cansancio crónico, nerviosismo, taquicardias, mareos, insomnio, disminución de la concentración, hiperactividad, alteraciones del sistema vegetativo-simpaticotónicas. Se clasifica en fases:

Primera fase (neurológica): fenómenos simpaticométricos: cefaleas, acufenos (zumbidos), anomalías de la sensibilidad superficial con disestesis (percepción táctil anormal), falsos vértigos, problemas de atención o concentración, disminución de la memoria inmediata, opresión torácica, taquicardias, alteraciones digestivas.

Segunda fase: la tríada de insomnio, fatiga crónica y depresión, junto a irritabilidad o violencia verbal y alteraciones del estado anímico.

Tercera Fase: Difiere en niños y adolescentes, depende de las circunstancias de exposición a los campos electromagnéticos. Puede presentarse alteraciones de comportamiento, caída del interés por los estudios o por los juegos, otras alteraciones psíquicas como irritabilidad o cuadros de excesiva actividad. En adultos un síndrome confusional, con desorientación temporoespacial.

DESARROLLO.

Metodología.

La problemática para investigar está relacionada con determinar las fuentes generadoras de los campos electromagnéticos en los hogares y los múltiples dispositivos que se comunican mediante redes wifi en las diferentes tecnologías hasta la tecnología 5G. El objetivo es realizar una revisión documental para determinar la afectación a la salud que se produce o se puede producir por la contaminación electromagnética existente en los hogares y lugares de trabajo o estudio.

Para cumplir con este objetivo se ha realizado una selección de las siguientes fuentes bibliográficas y documentales:

Tabla 1 Fuentes consultadas para la investigación documental.

Fuente	Link	Autor / responsable	País	Tipo	Fecha
Organización Mundial de la salud y Proyecto Internacional CEM (Campos Electromagnéticos)	https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/electromagnetic-fields-and-public-health-mobile-phones	OMS	Suiza	Fuente primaria	08-10-2014
Organización Mundial de la salud. Y Proyecto Internacional CEM (Campos Electromagnéticos)	https://www.who.int/peh-emf/research/children/es/	OMS	Suiza	Fuente primaria	10-06-2004
Artículo científico de revista en Scopus	https://www.physicamedica.com/article/S1120-1797(20)30154-X/pdf	Tambasco M, Pang G, Fuller L, Brescia EL, Mardirossian G	Estados Unidos	Fuente primaria	2020
Documento de Análisis del Instituto Español de Estudios Estratégicos	http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2018/DIEEEA16-2018_Impulso_Electromagnetico_JICT.pdf	José Ignacio Castro Torres	España	Fuente secundaria	02-05-2018
Artículo e Informes Especiales de la revista Panamericana de Salud Pública	https://www.scielosp.org/article/rpsp/2006.v20n2-3/205-212/es/	Jorge Skvarca, Aníbal Aguirre	Argentina	Fuente primaria	2006
Instituto Nacional del Cáncer	https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/radiacion/hoja-informativa-campos-electromagneticos	Autor Coporativo	Estados Unidos	Fuente secundaria	03-01-2019
Exposición del Dr. Joaquim Fernández Solà del Hospital Clínic de Barcelona	https://www.youtube.com/watch?v=myfw1KD6We8&t=190s	Dr. Joaquim Fernández Solà	España	Fuente primaria	13-05-2020
Instituto Nacional del Cáncer	https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/radiacion/hoja-informativa-campos-electromagneticos#cules-son-las-fuentes-comunes-de-cem-no-ionizantes	Instituto Nacional del Cáncer	EE.UU.	Fuente secundaria	03-01-2019

Instituto para la Salud geo ambiental	https://www.saludgeoambiental.org/oms-reclasifica-radiacion-electromagnetica-como-posible-cancerigeno-humanos	Nicolás Gaudin, Ph.D.	Francia	Fuente secundaria	31-05-2011
Plan General de Alcobendas	https://www.alcobendas.org/recursos/doc/Urbanismo_infraestructura/Informes_medioambientales/307953832_311201413357.pdf	Miguel Rodríguez Abascal; Rosa María Gómez Alonso; Joaquín Rodríguez Grau; Juan José Coble Castro.	Madrid, España	Fuente Terciaria	10-2005
Sentencia T-397 de 2014	https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2014/T-397-14.HTM	Corte Constitucional	Colombia	Fuente terciaria	2014
Real Decreto 299/2016, de 22 de julio,	https://www.saludgeoambiental.org/sites/saludgeoambiental.org/files/docs/BOE/real_decreto_sobre_la_proteccion_de_la_salud_de_los_trabajadores_contra_los_riesgos_a_campamentos_electromagneticos.pdf	BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO	España	Fuente primaria	2016
Revista El Ecologista nº 68	https://www.ecologistasenaccion.org/20013/contaminacion-electromagnetica-2/	Irune Ruiz, Sagarrak-EkologistakMartxan	España	Fuente terciaria	2011
REGLAMENTO AMBIENTAL PARA ACTIVIDADES Eléctricas	https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/REGLAMENTO-AMBIENTAL-PARA-ACTIVIDADES-ELECTRICAS.pdf	Decreto Ejecutivo 1761 Registro Oficial 396 de 23-ago-2001	Ecuador	Fuente primaria	2008

Elaborado por: Los autores.

Criterios de selección.

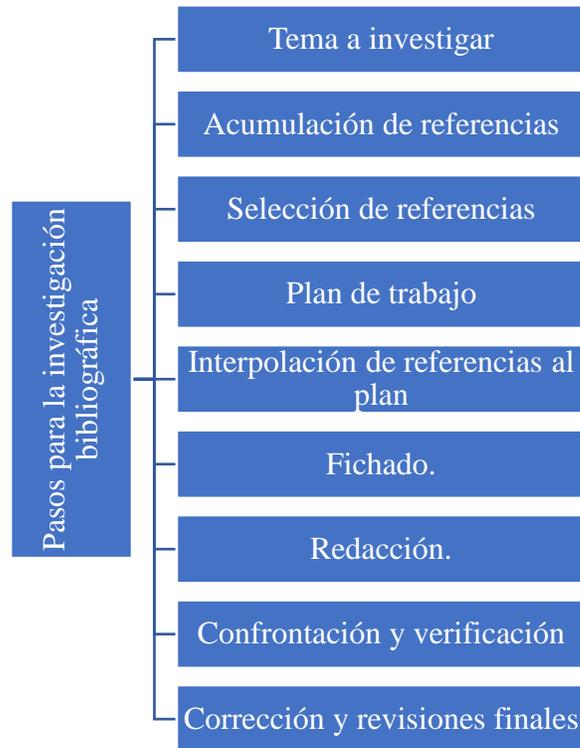
Criterio de pertinencia. – De acuerdo con el problema y objetivo planteado en la investigación fue necesario seleccionar a las fuentes bibliográficas y documentales consideradas referentes tales como la Organización mundial de la salud, organizaciones reconocidas a nivel mundial en el área de la

salud y la tecnología como la IEEE, repositorio de revistas científicas indexadas, revistas médicas, documentos de municipios, libros. Fuentes primarias y secundarias.

Criterio de exhaustividad. – Se encontró variadas fuentes de información sobre el tema de entre las cuales se tomó en cuenta a las más actuales o por la trayectoria y alcance de la revista, de la institución o asociación que respalda esa información, descartando fuentes como blogs, noticias y videos alarmistas y poco fundamentados.

Criterio de actualidad. –El proyecto Internacional de la Organización Mundial de la salud(OMS) para el estudio de los efectos de los Campos Electromagnéticos (CEM) se propuso completar sus estudios en el 2007, por lo que se tomó esa fecha como referente para la selección de la actualidad de las publicaciones y documentos.

Actividades realizadas: Por tratarse de un tema de actualidad sobre el cual hay variada información y en diversas fuentes se trabajó con un plan que implicó trabajar desde el presente hacia el pasado para encontrar revisiones recientes de la materia investigada, a partir de la cual se hizo necesario las otras consultas, cumpliendo las siguientes etapas:



Resultados.

Espectro Radioeléctrico.

El espectro radioeléctrico constituye un subconjunto de ondas electromagnéticas u ondas hertzianas fijadas convencionalmente por debajo de 3000 GHz, que se propagan por el espacio sin necesidad de una guía artificial. A través del espectro radioeléctrico es posible brindar una variedad de servicios de telecomunicaciones que tienen una importancia creciente para el desarrollo social y económico de un país.

El espectro radioeléctrico es considerado por la Constitución de la República como un sector estratégico, por tanto, el Estado se reserva el derecho de su administración, regulación, control y gestión. Dentro de este contexto, La legislación de telecomunicaciones ecuatoriana lo define como un recurso natural limitado, perteneciente al dominio público del Estado, inalienable e imprescriptible.

Uso del espectro radioeléctrico.

El espectro radioeléctrico es usado por un gran número de servicios. Se trata de una parte del espectro electromagnético de 1 Hz a 3,000 GHz, y es esencial para casi todas las formas de las comunicaciones modernas, por ejemplo:

Tabla 2. Tecnologías de radio y aplicaciones.

Sistemas de comunicaciones móviles	Walkie-talkies
Televisión	Radars de vehículos
Sistemas de comunicación por satélite	Radioterapia
Radars meteorológicos	Wireless para automatización industrial
Radars militares	Bluetooth
Navegación y control aeronáutico	Radionavegación(GPS y otros)
Sistemas de seguimiento de misiles	Radioastronomía e investigación espacial
Sistemas de peaje	Implantes médicos (marcapasos, audífonos)
Wi-Fi	Comunicaciones marítimas
Sistemas de transporte inteligentes	Drones
Alarmas de bebé	Alarmas
Radio AM y FM	y mucho más
Fuente: (Universidad Internacional de Valencia, 2018).	

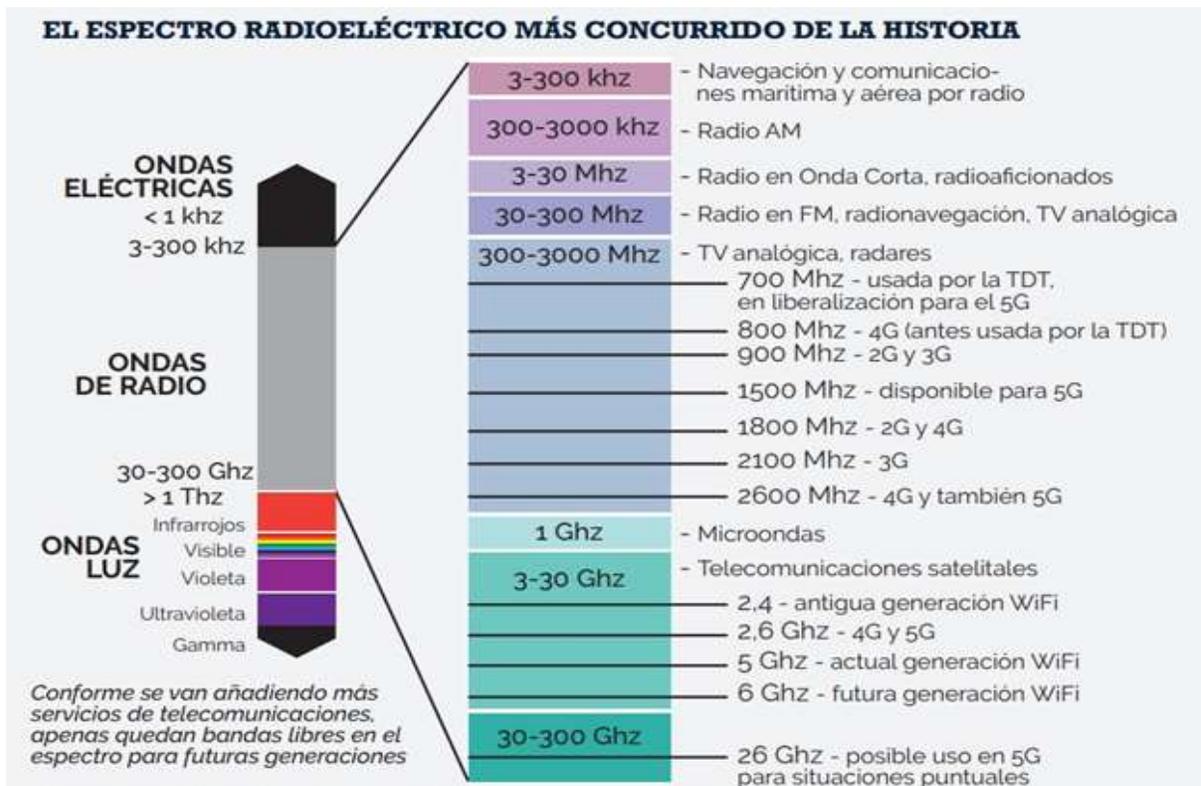
El espectro radioeléctrico con la llegada de la 5G.

El espectro radioeléctrico está más concurrido que nunca, con decenas de servicios de comunicaciones móviles, televisión, radio, satélites y microondas. La llegada de la 5G está reubicando y reorganizando este particular e invisible entorno.

Fue en 1867 cuando el escocés James Clerk Maxwell descubrió por primera vez las ondas de radio, al explicar la existencia de ondas de luz y ondas de electromagnetismo que viajan en el espacio. Pero en 1890 cuando Marconi desarrollara los primeros transmisores y receptores prácticos de radio que aprovechaban este fenómeno natural para la transmisión de comunicaciones.

Desde entonces, este invisible entorno que nos rodea se ha ido llenando de distintas señales radioeléctricas que han ido dando vida a servicios tan comunes en la actualidad como la radio, la televisión, las comunicaciones satelitales, las antaño frecuentes comunicaciones por microondas, las

telecomunicaciones móviles e incluso el WiFi con el que nos conectamos a internet en nuestro hogar (Iglesis Fraga, 2020).



Fuente: (Iglesis Fraga, 2020).

Ventajas e inconvenientes de la banda de 2.4 Ghz.

El Wi-Fi de 2.4 GHz es mucho más compatible ya que prácticamente todos los dispositivos que se puedan conectar a Internet, independientemente de si se trata de Wi-Fi 802.11b, 802.11g o 802.11n. Puede transmitir a través de 13 canales diferentes; sin embargo, debido al gran número de routers domésticos, es muy complicado encontrar un canal poco saturado, por lo que nuestra señal puede recibir interferencias por parte de vecinos, por parte de ratones y teclados inalámbricos e incluso con las ondas de determinados electrodomésticos como los microondas.

Ventajas e inconvenientes de la banda de 5 Ghz.

Se trata de una frecuencia mucho menos congestionada, el número de redes que emiten en esta frecuencia es bastante reducido, por lo que las interferencias son mucho menores. Envía datos en varios canales simultáneos la velocidad que podemos obtener es mucho mayor, pero no todo son ventajas.

¿Es mejor utilizar 2.4 Ghz o 5 Ghz para el Wi-Fi?

Dependiendo de lo que estemos buscando, debemos utilizar una red u otra. Si lo que buscamos es buena cobertura y compatibilidad con cualquier dispositivo, la red que debemos elegir es la de 2.4Ghz, sin embargo, si queremos altas velocidades (por ejemplo, para hacer streaming) y una conexión sin interferencias, debemos conectarnos a la red de 5 Ghz. A grandes rasgos parece mejor utilizar la red de 5 Ghz, sin embargo, esta red está pensada para espacios cortos, ya que pierde mucha señal y velocidad con la distancia y, sobre todo, al atravesar paredes y techos. Si lo que queremos es poder conectarnos sin problemas en toda la casa, la red de 2.4 Ghz es la apropiada para nosotros. (Sanz, Valero, & Gómez Bolaños, 2018).

Arquitectura de la tecnología 5G.

Un objetivo principal de las generaciones anteriores en las redes móviles es ofrecer servicios de datos móviles rápidos y confiables a los diferentes usuarios de las redes. La quinta generación (5G) ha ampliado este panorama para presentar una amplia gama de servicios inalámbricos a los usuarios finales a través de diversas plataformas de acceso y redes multicapa.

En términos generales, se aprecia la concesión de diferentes tipos de tecnologías para establecer una arquitectura propia, con la aplicación de estándares ya establecidos implementar nuevos protocolos de comunicación (González, 2017).

La tecnología 5G es un marco dinámico, coherente y flexible de varias tecnologías avanzadas que sustentan diversas aplicaciones, la cual emplea una arquitectura más inteligente, con redes de acceso por radio que ya no están constreñidas por la complejidad de la infraestructura o la proximidad de las estaciones base. La tecnología 5G lidera el camino hacia una red RAN virtual, flexible y descompuesta con interfaces nuevas que crean puntos de acceso de datos adicionales (Sánchez & Wilmsmeier, 2005).

Un estudio realizado por miembros de la Universidad de Granada, donde se analiza más en profundidad el entramado de la arquitectura de las futuras redes 5G, llegan a proponer un posible diseño basado en la división de la red en tres niveles jerárquicos.

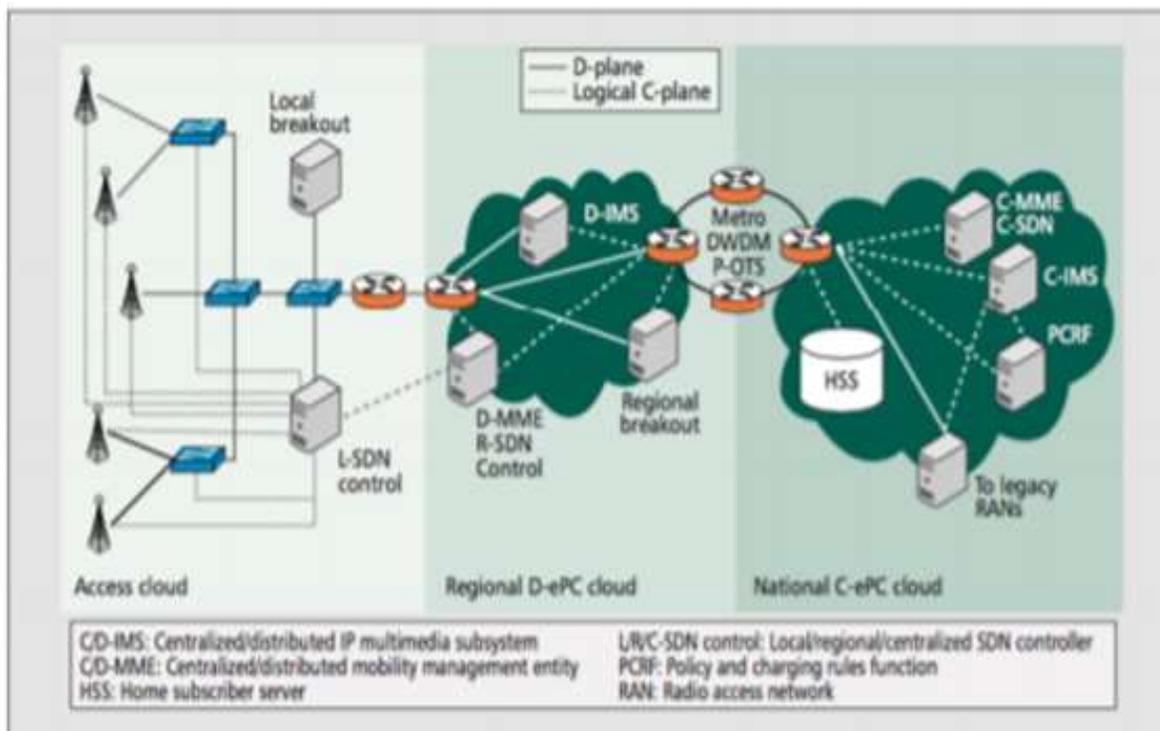


Gráfico 1 Estructura de una red 5G. Fuente: (González, 2017).

Se puede observar, que esta división se realiza implementando la nube de acceso o Access Cloud (AC) a partir de APs y switches que utilizan protocolo OpenFlow. El tráfico de varios Access Cloud (AC) se agrega a la Regional Cloud (RC), que está formada principalmente por Data Center (DC) y por dispositivos que actúan como enrutadores de capa 3, las mismas que redirigen el tráfico de la

red de acceso hacia el núcleo, así como de realizar funciones de movilidad. Finalmente, el National Cloud (NC) se interconectan las diferentes Regional Clouds (RCs). En esta parte de la red es donde se ejecutan las funciones lógicas centralizadas, como la información de suscripción y cargo. En esta arquitectura de red, SDN se encarga de gestionar y orquestar todas las funciones del plano de control.(Jaramillo, Ochoa, Páez, & Peña2017).

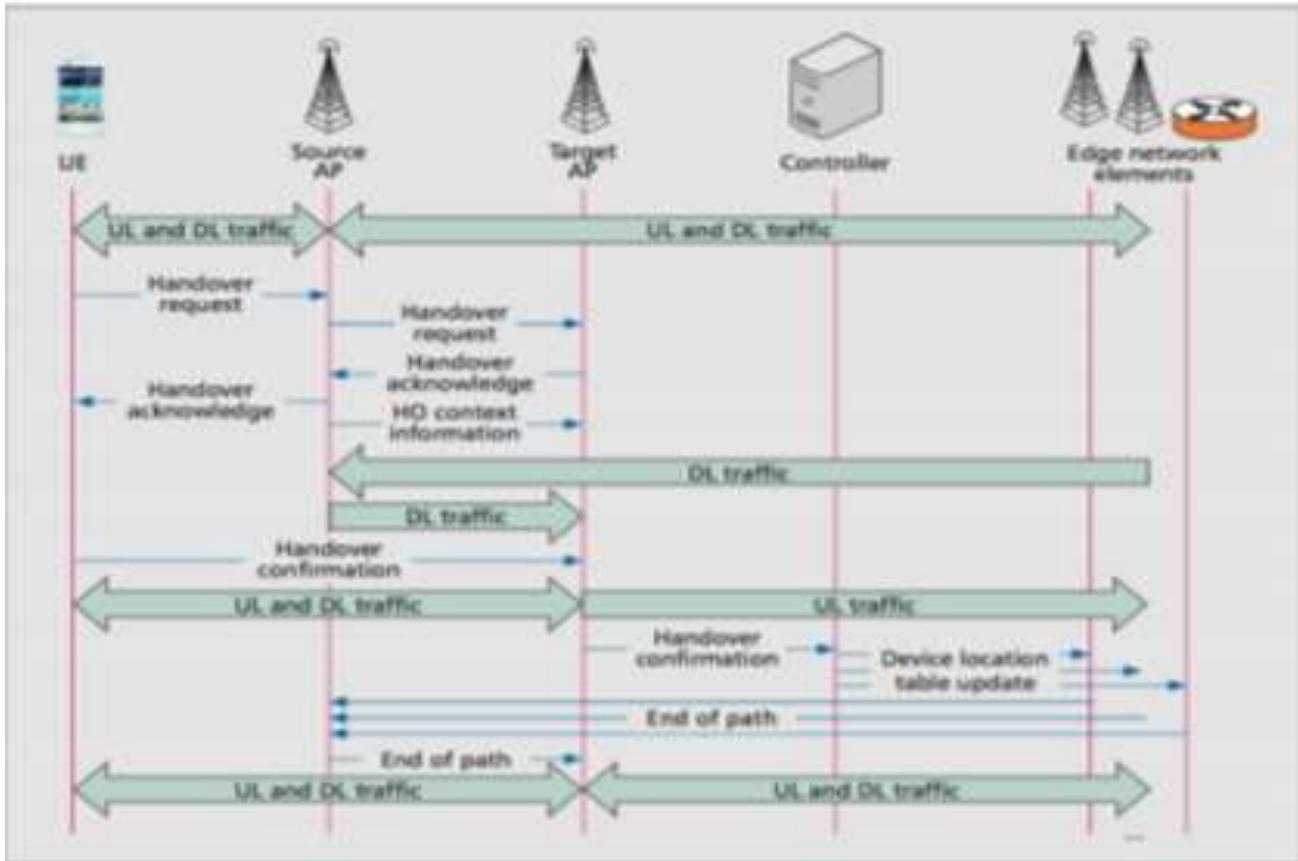


Gráfico 2. Handover basado en OpenFlow. Fuente: (González, 2017).

La implementación de esta tecnología dará el soporte adecuado para implementar el internet de las cosas (IoT), esto permitirá interconectar millones de dispositivos entre sí, con la optimización en el uso de energía requerida por un lado y con un mejoramiento en la calidad y tiempo de vida de las baterías de los dispositivos por otro (Jaramillo, Ochoa, Páez, & Peña2017).

La estructura para 5G se podría clasificar en las siguientes:

Eficiencia Espectral: Necesidad de uso masivo de tecnología MIMO y FD-MIMO (Full Dimensión Múltiple Input Múltiple Output) la cual permitirá lograr coberturas más amplias y con mayor capacidad. Además, se deberá mejorar en modulación y multiplexación de las ondas de radio (Cerezo & Cerezo, 2018).

Densificación: Evolución el acceso por radio a la red RAN (Radio Access Network), con la construcción de celdas pequeñas, lo cual no es escalable hasta cierto punto. Introducción de nuevos conceptos como planos de control y datos, nuevos sistemas de arquitectura que ayudarán a alcanzar redes ultra densas (Cerezo & Cerezo, 2018).

Espectro: Diseño de sistemas para operar en canales más grandes de ancho de banda, esto requiere cuidado y equilibrio entre eficiencia espectral y eficiencia energética. También se debe operar en nuevos escenarios de licenciamiento, como en bandas libres o con licencias compartidas (Mendoza, Palacios, de la Bandera, & Barco), además también se debería operar en bandas de frecuencia baja y en mmWave (millimeter Wave). SDN/NFV (Software Design Networks / Network Virtualization Functions). Para lograr la masificación y densificación de la conectividad es importante contar con gestores de red por software en lugar de hardware esto permitirá lograr la escalabilidad y optimización de recursos. Además de SDN/NFV se requiere desarrollar la RAT (Radio Access Technology) que permita las funcionalidades distribuidas de L1/L2/L3.

Conectividad Masiva: Mejoramiento de la RAT, permitirá a la red avanzar hasta la capa física L1 que alivianará los protocolos para soportar una conectividad masiva. También se requiere mejoras energéticas y en la cobertura (Mendoza, Palacios, de la Bandera, & Barco).

Tabla 3. Cuadro comparativo de las generaciones móviles CDMA.

GEN	PERIODO	TECNOLOGÍA	TX	MOD	SERVICIO
1G	1970-1989	AMPS, NMT, TACS	9kbps	FM-FDMA	Voz
2G	1990-2000	D-AMPS, GSM/GPRS, CDMAone, EDGE	56-384[Kbps]	TDMA-CDMA	Voz+data
3G	2001-2009	CDMA2000, EV-DO, UMTS, WCDMS/HSPA+, TD-	0.384-14.4[Mbps]	TD-SCDMA, WCDMA, TDD, FDD	Voz+data Multimedia
4G	2010-2019	LTE, LTE-A	50-1000[Mbps]	OFDMA, OFDM	All IP
5G	2020-2030	N/A	N/A	N/A	IoT

Fuente: (Barreno, Carrión, & Tenecora, 2016).

Políticas orientadas a la conectividad y metas en Ecuador.

El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL) es el ente emisor de políticas públicas en Ecuador. El pilar de Política Pública del MINTEL se ha materializado en una estrategia que contiene varias líneas de acción en el tiempo, instrumentadas a través de programas y proyectos orientados a cumplir con un plan denominado Ecuador Digital (ED). La política de ED está alineada con el Plan Nacional de Desarrollo de Ecuador y tiene como fin último “digitalizar todos los sectores para crear un impacto económico, social y político por medio de un impulso de las infraestructuras de telecomunicaciones”. A lo largo del tiempo, han sido varias las políticas orientadas al fortalecimiento de la digitalización en Ecuador.



Fuente: Rivera et al, (2020).

En el caso de la estrategia Ecuador Digital, se han fijado tres grandes ejes de acción:

- ✓ Ecuador conectado.
- ✓ Ecuador eficiente y ciberseguro.
- ✓ Ecuador innovador y competitivo.

Por otra parte, en cada eje se han establecido metas y lineamientos.

Tabla 4. Metas y lineamientos.

EJE	LINEAMIENTO 1	LINEAMIENTO 2	LINEAMIENTO 3	LINEAMIENTO 4
ECUADOR CONECTADO	98% de cobertura en servicios de telecomunicaciones	Reducción de precios de internet y tarifas de roaming internacional	Instalaciones de 1.000 zonas WIFI gratuitas	Migración a redes de alta velocidad y soterramiento de 500 km de cables
ECUADOR EFICIENTE Y CIBERSEGURO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 80% de trámites del Gobierno Central en línea al 2021 ✓ Política de datos abierta 	Sistema de Autenticación de Identidad Digital	Estrategia Nacional de Ciberseguridad	Protección de datos personales
ECUADOR INNOVADOR Y COMPETITIVO	Impulso de sectores de la economía	Formación basada en TIC	Impulso de la Economía Naranja	Servicio público apalancados con TIC

Fuente: Rivera et al, (2020).

Tabla 5. Metas generadas en los planes y políticas elaboradas por el MINTEL 2017-21.

DIRECCIONAMIENTO	METAS DEL PLAN TIC	METAS DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS	METAS DEL PLAN DE SERVICIO UNIVERSAL
COBERTURA	98% de cobertura poblacional de 2G y 3G en 2021	98% de cobertura 2G y 3G en 2021	98% de cobertura poblacional con acceso al servicio universal en 2021
	80% de cobertura poblacional de 4G en 2021	80% de cobertura poblacional de 4G	80% de cobertura poblacional con tecnología LTE en 2021
	Aumentar el porcentaje de hogares que se encuentran a menos de 1,5 Km de la red de fibra	-	97% de cantones con al menos una conexión de fibra óptica troncal en 2021
ACCESO	59% de penetración de la banda ancha fija en 2021	59% de penetración de la banda ancha fija en hogares en 2021	34.5% de cuentas de abonados residenciales con penetración de internet a través de enlaces de fibra óptica en 2021
	-	-	50% de cuentas de abonados corporativas con penetración a internet a través de enlaces de fibra óptica en 2021

	64% de penetración de banda ancha móvil en 2021	64% de penetración del servicio de datos móviles en la población en 2021	33.8% de hogares con penetración internet (fijo o móvil) en zonas rurales en 2021
	91% de penetración de telefonía móvil en hogares en 2021	91% de penetración de telefonía móvil en 2021	Incremento de 5 puntos porcentuales de los hogares del quintil 1 y 2 con acceso a internet (fija o móvil) (más de 127.000 hogares) en 2021
ACCESO - USO	-	-	90% de instituciones públicas de salud con conexión a internet en 2021
	42% de penetración de teléfonos inteligentes y 62% de hogares con computadora en 2021	42% de penetración de teléfonos inteligentes en 2021 y 62% de hogares con computadora en 2021	-
	✓ 75% de escuelas conectadas a internet ✓ Promedio de 25 alumnos por computadora en escuelas.	-	50% de instituciones públicas de educación con conexión a internet para fines pedagógicos en 2021
	-	-	96.8% de MIPYMES conectados a internet en 2021
USO	-	-	52.67% de GAD con puntos de acceso libre WIFI en 2021

Fuente: Rivera et al, (2020).

¿Qué son los campos electromagnéticos?

Campos eléctricos tienen su origen en diferencias de voltaje: entre más elevado sea el voltaje, más fuerte será el campo que resulta. Campos magnéticos tienen su origen en las corrientes eléctricas: una corriente más fuerte resulta en un campo más fuerte. Un campo eléctrico existe, aunque no haya corriente. Cuando hay corriente, la magnitud del campo magnético cambiará con el consumo de poder, pero la fuerza del campo eléctrico quedará igual. (Información que proviene de Electromagnetic Fields, publicado por la Oficina Regional de la OMS para Europa (1999) (Organización Mundial de la Salud, 2009).

Hipersensibilidad Electromagnética.

Nuestro medio ambiente ha cambiado, está más contaminado y tenemos menos barreras de protección atmosférica tenemos más impacto de los factores naturales, además hemos generado muchos factores artificiales sobre todo las redes de telefonía de alta frecuencia, todas las redes que distribuyen electricidad y ondas en general están mucho más presentes en nuestro medio con la exposición continuada no solo en nuestro lugar de trabajo sino en nuestro hogar tenemos redes de wifi que nos exponen continuamente a bajas frecuencias pero que son sensibilizantes a nuestras células es decir nosotros tenemos células que responden a estos estímulos aunque sean a bajas dosis mantenida durante muchos años pueden ser nocivas o pueden sensibilizar a los tejidos del sistema nervioso de una persona.

También hay un factor que es adictivo; es decir, radiaciones electromagnéticas que no actúa por sí solas aisladamente sino con otros múltiples factores por ejemplo a la exposición de contaminación química, alimentario, atmosférico y que la contaminación de efecto químico se sumaría a esta carga de radiación y a la vez produciendo un incremento sinérgico de síntomas y enfermedades, además en medicina siempre hay que tomar en cuenta el factor de sensibilidad del paciente que no es el mismo para todos (Suriá, 2020).

Efectos de los campos magnéticos en la salud. La Hipersensibilidad electromagnética.

El uso masivo de dispositivos móviles, el incremento de fuentes generadoras de los campos electromagnéticos en los hogares y el inicio de la instalación de antenas para la tecnología 5G se ha generado preocupación social y las demandas de sectores implicados ante la necesidad de una norma que permita proteger a los ciudadanos de los posibles efectos a la salud que los campos electromagnéticos (CEM) pueden ocasionar.

Desde el año 1994, el Parlamento Europeo reclamaba a la Comisión Europea la adopción de medidas legislativas para limitar la exposición de los trabajadores y la población general a la radiación electromagnética no ionizante, en 1979 Wertheimer y Leeper asociaron la exposición de CEM de baja frecuencia con cáncer. Pero a pesar de los numerosos estudios realizados en varios países, no se ha demostrado ningún mecanismo causal que fundamente tal asociación (Vargas Marcos, 2004).

Como fuentes generadoras de radiaciones no ionizantes se encuentran las líneas de transmisión eléctrica y las estaciones de transformación (50-60 Hz), las fuentes conmutadas, las estaciones de radiodifusión de amplitud modulada (525- 1735 kHz), las estaciones de radiodifusión de frecuencia modulada (88-108 mHz), las estaciones de televisión (VHF y UHF) y los sistemas de comunicaciones móviles por celdas (800 y 1900 MHz), entre otras tecnologías empleadas en la transmisión eléctrica, las telecomunicaciones, en equipos industriales, médicos y electrodomésticos. Algunos estudios alertan sobre los efectos a la salud como el cáncer y cambios en el comportamiento de las personas, aunque esto no se ha llegado a demostrar (Skavarca & Aguirre, 2006).

El término wifi (Fidelidad inalámbrica, wireless Fidelity) corresponde a un tipo particular red inalámbrica WLAN. Wifi es el nombre que la wifi Alliance (Asociación de empresas para el desarrollo de wifi) da al estándar o protocolo de comunicaciones inalámbricas y que está normalizada según el estándar 802.11 del IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), esta red permite que una serie de dispositivos se comuniquen entre sí en zonas geográficas limitadas, en las bandas de frecuencias de uso común 2,4 y 5 GHz. Según el Real Decreto 1066/2001 del 28 de septiembre, se considera estación radioeléctrica a uno o más transmisores o receptores, incluyendo las instalaciones para asegurar un servicio de radiocomunicación, por lo que

las redes de telecomunicaciones bajo el estándar wifi son consideradas estaciones radioeléctricas (Vargas Marcos, 2012).

El ser humano está expuesto desde el vientre materno a campos electromagnéticos de alta y baja frecuencia por el intenso desarrollo de la tecnología apoyados en la emisión de ondas electromagnéticas. Esto ha generado sin una base concluyente el rechazo por parte de la medicina ante una posible asociación con nuevas enfermedades. El sistema celular del ser humano trabaja con campos electromagnéticos (especialmente el cerebral). Este sistema ayuda a la comunicación intracelular, reacciones bioquímicas y la comunicación intercelular. Hay un fenómeno de bio resonancia.

La presencia de nuevos campos externos (polución electromagnética) producen diversos grados de afectación en cada persona. Basado en hipótesis derivadas de estudios que señalan las alteraciones de la permeabilidad de BHE (barrera hematoencefálica), de la hipoperfusión (disminución del flujo de sangre) de zonas cerebrales, medida por tomografía cerebral ultrasónica, de la deficiencia, secreción de melatonina (hormona del ciclo sueño-vigilia) y de la presencia de marcadores de estrés cerebral, como diversas proteínas de choque térmico (Tinao, 2018). Aún no hay consenso científico sobre esta materia, pero tiene su lógica y fundamento, por lo que es necesario aplicar el principio de precaución.

El síndrome de la hipersensibilidad electromagnética se presenta con síntomas como: Dolor de cabeza recurrente, cansancio crónico, nerviosismo, taquicardias, mareos, insomnio, disminución de la concentración, hiperactividad, alteraciones del sistema vegetativo-simpaticotónicas. Se clasifica en fases:

Primera fase (neurológica): Fenómenos simpaticométricos: cefaleas, acufenos (zumbidos), anomalías de la sensibilidad superficial con disestesis (percepción táctil anormal), falsos vértigos,

problemas de atención o concentración, disminución de la memoria inmediata, opresión torácica, taquicardias, alteraciones digestivas.

Segunda fase: La tríada de insomnio, fatiga crónica y depresión, junto a irritabilidad o violencia verbal y alteraciones del estado anímico.

Tercera Fase: Difiere en niños y adolescentes, depende de las circunstancias de exposición a los campos electromagnéticos. Puede presentarse alteraciones de comportamiento, caída del interés por los estudios o por los juegos, otras alteraciones psíquicas como irritabilidad o cuadros de excesiva actividad. En adultos un síndrome confusional, con desorientación temporo-espacial.

CONCLUSIONES.

El Gobierno y las industrias deben realizar investigaciones sobre las últimas tecnologías de comunicación e informar a la ciudadanía las posibles afectaciones y las prevenciones necesarias para la seguridad y bienestar. Además, indicar los protocolos en las instalaciones de equipos en el hogar para evitar afectaciones con los campos electromagnéticos en las personas que padecen de Hipersensibilidad electromagnética.

Las personas al estar expuestas constantemente a las ondas electromagnéticas, y que estas se encuentran en los diferentes dispositivos que utilizamos en el trabajo u hogar, como, por ejemplo: en una microonda, router (wifi), mouse inalámbrico, teclado inalámbrico, celular, teléfono inalámbrico, bloqueo del carro entre otros; tener en una ubicación correcta dentro del trabajo u hogar.

Realizarse un examen médico para comprobar si tiene Hipersensibilidad electromagnética y tomar todas las precauciones necesarias para evitar afectaciones en el día a día; principalmente si existen antenas repetidoras cerca del lugar de trabajo u hogar.

Un sistema de comunicación entre el gobierno, científicos, industria y público en general, ayudando al conocimiento de la exposición de ondas electromagnéticas altas y bajas; y sus posibles afectaciones a exposiciones constantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Barreno, D., Carrión, D., & Tenecora, I. (2016). Evolución de la tecnología móvil. Camino a 5G. Evolución De La Tecnología Móvil. Camino a 5G, 1-13.
2. Cerezo, J., & Cerezo, P. (2018). El Impacto Del 5G. Cuadernos de Tecnología Evoca. Recuperado de: <http://evocaimagen.com/cuadernos-tecnologia/cuadernos-evoca-tecnologia-1.pdf>
3. González Callejas (2017) Implementación de movilidad en redes 5G: Simulación de movilidad con software DefinedNetworking. Universidad de Granada. http://wpd.ugr.es/~jorgenavarro/thesis/2017_TFG_RafaelGonzalezCallejas.pdf
4. Iglesias Fraga, A. (03 de 06 de 2020). Así se reparte el espectro radioeléctrico con la llegada de la 5G. Recuperado de <https://innovadores.larazon.es/es/asi-se-reparte-el-espectro-radioelectrico/>
5. Jaramillo, N., Ochoa, A., Páez, W., & Peña, A. (2017). Tecnología 5G. Revista Ingeniería Matemáticas y Ciencias de la Información, 4(8), 41-45.
6. Mendoza, J., Palacios, D., de la Bandera, I., & Barco, R. (2019). Selección automática de características para una gestión proactiva eficiente de redes 5G. Universidad de Málaga. <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/18667>
7. Organización Mundial de la Salud. (2009). ¿Qué son los campos electromagnéticos? Recuperado de: <http://origin.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/>

8. Rivera Z., Iglesias R., y García Z., (2020). Estado actual de las telecomunicaciones y la banda ancha en Ecuador. Banco Interamericano de Desarrollo.
https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Estado_actual_de_las_telecomunicaciones_y_la_banda_ancha_en_Ecuador.pdf
9. Sánchez, R., & Wilmsmeier, G. (2005). *Provisión de infraestructura de transporte en América Latina: experiencia reciente y problemas observados*. CEPAL.
10. Sanz, J., Valero, C., & Gómez Bolaños, D. (2018). Wi-Fi 2.4GHz vs Wi-Fi 5 GHz. Diferencias y cómo elegir el Wi-Fi que mejor se adapte a nuestras necesidades. Recuperado de <https://www.testdevelocidad.es/wifi/wi-fi-2-4ghz-vs-wi-fi-5ghz-diferencias-elegir-wi-fi-mejor-se-adapte-nuestras-necesidades/>
11. Skavarca, J., & Aguirre, A. (2006). Normas y estándares aplicables a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias en América Latina: guía para los límites de exposición y los protocolos de medición. *Panam Salud Publica*, 20(2/3):205–12.
12. Suriá C. (2020). Dr. Solà sobre la Hipersensibilidad Electromagnética [archivo de video]. <https://www.youtube.com/watch?v=myfw1KD6We8&t=190s>
13. Tinao, J. (14 de 06 de 2018). Síndrome de hipersensibilidad electromagnética. Recuperado de: <https://www.vivosano.org/sindrome-de-hipersensibilidad-electromagnetica/>
14. Universidad Internacional de Valencia. (21 de 03 de 2018). Algunas cosas acerca del espectro radioeléctrico. Recuperado de: <https://www.universidadviu.com/algunas-cosas-acerca-del-espectro-radioelectrico/>
15. Vargas Marcos, F. (2004). La protección sanitaria frente a los campos electromagnéticos. *GacSanit* (supl 1): 239-44. <https://www.scielosp.org/pdf/gs/2004.v18suppl1/239-244/es>
16. Vargas Marcos, F. (2012). Sistemas de comunicación wifi y efectos sobre la salud. El estado de las evidencias actuales. *Salud Ambiental*, 12(1):52-57.

DATOS DE LOS AUTORES.

- 1. Carlos Roberto Sampedro Guaman.** Máster en Ingeniería y Sistemas de Computación, Docente en la Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Extensión Santo Domingo. UNIANDES-Ecuador. E-mail: carlosrs7@gmail.com
- 2. Diego Paul Palma Rivera.** Máster en Informática Empresarial, Docente en la Universidad Regional Autónoma de los Andes, Extensión Santo Domingo. UNIANDES-Ecuador. E-mail: us.diegopalma@uniandes.edu.ec
- 3. Darwyn Agustín Tinitana Villalta.** Magíster en Administración de Empresas. Docente en las carreras de Contabilidad, Administración de Empresas y Software de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Sede Santo Domingo. UNIANDES-Ecuador. E-mail: us.darwyntinitana@uniandes.edu.ec.
- 4. Jeneffer Joselin Barberan Moreira.** Ingeniera Electrónica en Telecomunicaciones y Redes, Docente en el Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila de Santo Domingo. Email: jenefferbarberan@tsachila.edu.ec

RECIBIDO: 19 de mayo del 2020.

APROBADO: 17 de junio del 2020.