



INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APROBADO EN EL 2023

1.0 Título del proyecto:

Evaluación de Radiaciones No Ionizantes de las Redes Wi-Fi de la Universidad Ricardo Palma mediante medición de exposición ambiental e interna y revisión sobre posibles efectos en la salud.

2.0 Autor/es del proyecto:

Responsable:

Víctor Manuel Cruz Ornetta¹

Colaboradores:

Jorge Paul Ubillús Gonzales²

Milton Marcelo Peña Calero³

3.0 Resumen

Este proyecto tuvo como objetivo Evaluar los niveles de las Radiaciones No ionizantes de las de las Redes Wi-Fi de la Universidad Ricardo Palma y comprobar su inocuidad a la luz de las investigaciones internacionales sobre efectos en la salud de las personas de estas radiaciones. Es una Investigación descriptiva. Los autores fueron Víctor Manuel Cruz Ornetta, Jorge Paul Ubillús Gonzales y Milton Marcelo Peña Calero. Los sujetos de estudio fueron las Facultades de la Universidad, Bases de Datos: EMF Portal, Pubmed. Se recogió los datos en hojas de cálculos. El procesamiento de datos se realizó mediante la obtención de los promedios de las mediciones realizadas para ello se utilizó hojas de cálculo Excel. Los resultados obtenidos son una revisión sobre las mediciones a nivel mundial, otra revisión sobre los efectos en la salud de las radiaciones Wi-Fi estudiados a nivel mundial. Evaluación de las radiaciones de los servicios de telecomunicaciones incluyendo las radiaciones Wi-Fi en las facultades de la URP.

Se puede concluir que la investigación sobre la radiación Wi-Fi es un campo muy activo donde se encuentra que los niveles de las radiaciones Wi-Fi en el mundo y en la URP son muy pequeños y que los estudios sobre los diferentes posibles efectos como el sistema reproductivo y efectos sobre el sistema neurocognitivo tiene resultados controversiales concluyéndose que es necesario seguir estudiando debido a la constante evolución de la tecnología Wi-Fi

Abstract:

The objective of this project was to evaluate the levels of non-ionizing radiation from the Wi-Fi networks of the Ricardo Palma University and to verify their safety considering international research on the effects of these radiations on people's health. It is a descriptive research. The authors were Víctor Manuel Cruz Ornetta, Jorge Paul Ubillús Gonzales. Milton Peña Calero. The study subjects were the Faculties of the University, Databases: EMF Portal, Pubmed. The data was collected in spreadsheets. Data processing was carried out by obtaining the averages of the measurements carried out, using Excel spreadsheets.

The results obtained are a review of measurements worldwide, another review of the health effects of Wi-Fi radiation studied worldwide. Evaluation of radiation from telecommunications services including Wi-Fi radiation in the faculties of the URP. It can be concluded that research on Wi-Fi radiation is a very active field where it is found that the levels of Wi-Fi radiation in the world and in the URP are very small and that studies on the different possible effects such as reproductive system and effects on the neurocognitive system has controversial results, concluding that it is necessary to continue studying due to the constant evolution of Wi-Fi technology

Palabras clave: Wi-Fi, Radiación No Ionizante, RNI, Campos Electromagnéticos, CEM

Key words: Wi-Fi, Non-Ionizing Radiation, NIR, Electromagnetic Fields, EMF

¹ Profesor Principal, Facultad de Ingeniería, ORCID: 0000 0002 4353 7751, victor.cruz@urp.edu.pe

² Profesor, Facultad de Ingeniería, Lima, ORCID : 0000 0001 6156 6663, jorge,ubillus@urp.edu.pe

³ Alumno, Facultad de Ingeniería, Lima, ORCID : 0009-0003-0767-7698, 202120442@urp.edu.pe



4.0 Introducción

Tanto en el Perú como en el mundo, el crecimiento del acceso a Internet continúa a un ritmo imparable, impulsado especialmente por los sistemas de comunicaciones móviles y el acceso inalámbrico a través de sistemas Wi-Fi. Según el Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL) en el Perú, en 2014-I había 10,99 millones de líneas de telefonía móvil con acceso a Internet (Internet móvil) y en 2023-II había 30,45 millones de líneas de Internet móvil. Mientras que el porcentaje de acceso a Internet en los hogares debido a Internet fijo es del 39,4%, el acceso a Internet móvil es del 48,7% [1] totalizando casi el 89% de los hogares con acceso a Internet. En hogares y entornos corporativos, así como en redes públicas gratuitas y de pago, se utilizan sistemas Wi-Fi para conectarse a Internet, ya sea fijo o móvil. Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) [2] (2024) el acceso global a Internet a través de redes móviles en 2022 representó un promedio de 11 gigabytes por mes, pero la red fija de banda ancha representó 257 gigabytes y estas redes deben complementarse con Wi-Fi. Redes Fi. A pesar de estos hechos y del papel tan importante de las redes Wi-Fi para el acceso a Internet existe una preocupación creciente sobre estas redes, por lo que en los últimos años se han realizado numerosos estudios y revisiones sobre los efectos de las ondas electromagnéticas del Wi-Fi en la salud de las personas dando resultados controvertidos por lo que la preocupación sigue siendo un problema por resolver. Algunos de estos estudios se resumen a continuación. Ait-Aissa (2010) [3] llevó a cabo una investigación sobre gliosis y apoptosis en cerebros de ratas jóvenes expuestas en el útero a radiación -Wi-Fi y concluyó que no había diferencias significativas entre los niveles de activación astrogliol persistente o inducción de apoptosis en el cerebro de ratas jóvenes. Ait-Aissa (2012) [4] realizó una investigación para evaluar biomarcadores inmunológicos en el suero de ratas expuestas a una señal de Wi-Fi en el útero y postnatalmente expuestas en el útero a una señal de Wi-Fi, concluyendo que no se observaron diferencias significativas para cualquiera de los antígenos o isotipos en cualquiera de los niveles de exposición, tampoco hubo diferencias significativas en el nacimiento y crecimiento de ratas jóvenes. Ait-Aissa (2013) [5] evaluó los efectos biológicos en el sistema nervioso en desarrollo de roedores jóvenes debido a la exposición a señales de Wi-Fi y no hubo inducción de la formación de 3-NT ni aumento de la expresión de Hsp en la corteza cerebral y el hipocampo de los roedores jóvenes. ratas. Bektas (2020) [6] realizó un estudio sobre los efectos de la radiación de radiofrecuencia emitida por teléfonos móviles y sistemas Wi-Fi y en la sangre del cordón umbilical y la placenta y concluyó que los resultados indicaban que la exposición a teléfonos móviles durante el embarazo podría tener un potencial



significativo para causar estrés oxidativo y daño al ADN en la sangre del cordón umbilical y la placenta, mientras que no se evidenciaron efectos negativos por la exposición a Wi-Fi. En el caso de la exposición combinada a teléfonos móviles, los resultados de este estudio también indicaron que los efectos combinados de Wi-Fi más exposición a teléfonos móviles + Wi-Fi muestran una contribución del Wi-Fi. Dasdag (2015) [7] llevó a cabo un estudio para investigar los efectos de la exposición prolongada a la radiación de los sistemas Wi-Fi en los testículos, concluyendo que la radiación Wi-Fi de 2,4 GHz afecta la función y la histología testicular. Shokri (2014) [8] llevó a cabo una investigación sobre los posibles efectos de la exposición a corto y largo plazo a la radiación Wi-Fi de 2,45 GHz en el sistema reproductivo de ratas macho, concluyendo que había una disminución de los parámetros del espermatozoides en un tiempo. -De manera dependiente y el número de células positivas para apoptosis y la actividad de caspasa-3 aumentaron en los túbulos seminíferos de ratas expuestas. Los resultados de las investigaciones sobre los efectos del Wi-Fi en la salud son controvertidos y los únicos efectos establecidos son los relacionados con el aumento de temperatura provocado por la RF. La mayor parte de los estudios se han tenido en cuenta para la formulación de recomendaciones internacionales sobre los límites máximos permisibles de exposición a radiaciones no ionizantes, publicadas por la Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes [9] ICNIRP, límites de 2020 que reemplazaron a la ICNIRP. Límites de 1998 [10] y el Instituto Internacional de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos [11].

Para conocer el nivel de exposición a los campos electromagnéticos generados por los servicios de telecomunicaciones en general y de los sistemas Wi-Fi en particular, constantemente se realizan campañas de medición. Estas campañas se realizan utilizando equipos costosos, aplicando protocolos recomendados por organismos internacionales como la Unión Internacional de Telecomunicaciones [12], el Instituto Internacional de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos [13] u organismos nacionales como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú [14]. Básicamente, existen dos tipos de métodos para medir campos electromagnéticos de RF. Primero se desarrollaron las mediciones en ubicaciones fijas y luego se realizaron métodos dinámicos utilizando equipos para evaluaciones de campo de RF en ubicaciones fijas pero montados en un automóvil para realizar mediciones a lo largo de una ruta. Este último evolucionó a mediciones con exposímetros portátiles (PEM) realizados a lo largo de una ruta. En base a estos dos conceptos actualmente existen diferentes métodos utilizados para la evaluación de la exposición: mediciones puntuales, mediciones de monitoreo, mediciones dinámicas y mediciones personales. Uno de los métodos más utilizados es la medición puntual [15]-[19] que se lleva a cabo realizando mediciones en lugares seleccionados y períodos de tiempo específicos con dispositivos ubicados en lugares



fijos. Por un lado, este método permite el cumplimiento estricto de los protocolos y el uso de muy buenos medidores (medidores de banda ancha o analizadores de banda selectiva, pero también exposímetros personales), lo que facilita una medición precisa de la contribución específica de las diferentes fuentes al total. exposición ambiental. de RF-EMF, pero por otro lado tiene una resolución espacial limitada y no considera las características específicas de la exposición personal [19, 20]. Para comprender estas restricciones y caracterizar de forma más rápida y precisa el nivel de radiación al que están expuestas las personas en determinadas áreas de interés, es mejor utilizar una evaluación personal de exposición a RF-EMF que se realiza mediante medidores personales. Los medidores de exposición a RF son lo suficientemente pequeños como para que los participantes puedan usarlos en la cintura y así capturar la exposición a campos de RF de diferentes fuentes y situaciones en su vida diaria, pero también pueden usarse para realizar mediciones puntuales. Aunque el uso de exposímetros personales (PEM) está limitado por la incertidumbre de las lecturas de medición debido al cuerpo del participante, es una opción más económica realizar mediciones puntuales, por lo que el objetivo de este estudio fue realizar una evaluación puntual de Wi-Fi. campos de radiofrecuencia en el campus de la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú ubicado en el distrito de Surco en la ciudad de Lima, en la parte centro occidental del Perú. utilizando PEM.

5.0 Planteamiento del Problema

Problema general

¿Es que las radiaciones no ionizantes de las de las redes Wi-Fi de las redes de datos de la URP son inocuas para la salud de nuestros alumnos, docentes y trabajadores?

Problemas específicos

¿Dónde se ubican los diferentes componentes de la red Wi-Fi de la URP?

¿Cuál es el protocolo que se puede utilizar para las mediciones?

¿Cuáles son los posibles efectos sobre la salud de las radiaciones de las redes Wi-Fi?

¿Las RNI de las redes Wi-Fi de la URP cumplen con los límites de exposición establecidos internacionalmente y por lo tanto son inocuas para la salud de nuestros alumnos, docentes y trabajadores?

6.0 Importancia

Wi-Fi (Wireless Fidelity - fidelidad inalámbrica) es una tecnología inalámbrica que se utiliza para conectar a internet computadoras portátiles, teléfonos inteligentes y otros dispositivos electrónicos. Wi-Fi utiliza campos electromagnéticos (CEM) y por lo tanto



emite radiaciones no ionizantes (RNI) en las bandas de frecuencia de 2.4 GHz y 5 GHz. Esto genera una preocupación recurrente sobre los posibles efectos de las RNI emitidas por las redes Wi-Fi en muchos países del mundo y también en el Perú. Estas preocupaciones incluyen el riesgo de cáncer y otros riesgos. Sin embargo, no hay ningún efecto establecido para exposiciones por debajo de los límites recomendados internacionalmente. En 2011, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) de la Organización Mundial de la Salud clasificó a los campos de radiofrecuencia como carcinógenos 2B “posiblemente cancerígenos para los humanos, pero esta es una clasificación que incluía al café hasta hace poco. Es por eso importante obtener conclusiones actualizadas sobre la investigación acerca de los efectos sobre la salud y evaluar el cumplimiento de las RNI emitidas por las redes Wi-Fi de los límites de exposición recomendados internacionalmente.

7.0 Antecedentes

Los estudios con respecto a los posibles efectos sobre la salud de las personas provenientes de la exposición de seres humanos a las radiaciones no ionizantes de los dispositivos Wi-Fi son contradictorios. Mientras algunos estudios señalan que hay algunos efectos relacionados a la exposición a las ondas de Wi-Fi, otros reclaman que las señales de Wi-Fi son tan pequeñas como para no causar ningún efecto dañino a los seres humanos. Por ejemplo.

Ramirez-Vazquez et al., 2023 Los últimos 25 años han visto un aumento en el número de fuentes de radiofrecuencia con la adopción global de Los teléfonos inteligentes como dispositivos de conectividad primarios. El objetivo de este trabajo fue revisar y evaluar la estudios medidos de exposición personal a campos electromagnéticos de radiofrecuencia (RF-RMF) y cumplir con los requisitos básicos criterios de calidad elegibles para su inclusión en esta revisión, de acuerdo con los elementos de informe preferidos para Guías de Revisiones y Meta-Análisis (PRISMA), siguiendo los criterios de elegibilidad del PECO (Población, exposición, comparador y resultado) y el instrumento de lectura crítica Critical Appraisal Programa de Habilidades en Español (CASPe). El estudio revisó sistemáticamente los trabajos publicados entre el 1 de enero de 1998 y el 31 de diciembre de 2021, arrojando 56 publicaciones. De los diferentes tipos de estudios en los que se ha medido la exposición personal a RF-EMF con Se pueden destacar dos metodologías de medición: Mediciones personales con voluntarios y Personal mediciones con un investigador capacitado (recorriendo un área específica, uno o varios microambientes, toda una ciudad, caminando o en algún medio de transporte). Se utilizaron exposímetros



personales en el 83% de los estudios. La media más baja se midió en Egipto con un valor de $0,00100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($1,00 \text{ nW}/\text{m}^2$) en 2007 y la media más alta se midió en Bélgica con un valor de $285000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($0,285 \text{ W}/\text{m}^2$) en 2019. Los resultados de nuestro estudio confirman que los niveles de exposición de RF-EMF están bien por debajo de los niveles máximos establecidos por las directrices ICNIRP.

Ramirez-Vazquez et al., 2023 En este trabajo se presenta los niveles de exposición personal a Campos Electromagnéticos de Radiofrecuencia (RF-EMF) de Wireless Fidelidad (Wi-Fi) en las bandas de 2,4 GHz y 5,85 GHz en una universidad española, concretamente en la Facultad de Informática

Ingeniería en la Universidad de Castilla-La Mancha (Albacete, España). Presentamos resultados de tres años, 2017, 2018 y 2019 en el mismo lugar de estudio y puntos; y mediciones realizadas en 2022 en el interior de un aula y en el interior despacho de un profesor, con el fin de comparar las medidas y verificar el cumplimiento de los niveles de referencia establecidos por la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP). La media mínima fue de $0,0900 \mu\text{W}/\text{m}^2$ en el wifi de 2,4 GHz, en 2019, y la media máxima fue de $211 \mu\text{W}/\text{m}^2$ en el Wi-Fi de 5,85 GHz en 2017, alrededor del edificio. Comparando las medidas realizadas dentro del aula con alumnos y sin alumnos, identificamos que el valor máximo fue de $278 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (aula con alumnos, en la banda 5,85 GHz Wi-Fi) y el valor mínimo fue de $37,9 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (aula sin alumnos, en la banda 5,85 GHz banda W-Fi). Finalmente, comparando los resultados de todas las mediciones (valores promedio) dentro del aula y dentro de una oficina del profesor, el valor máximo fue de $205 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (en la banda Wi-Fi de 5,85 GHz) dentro del aula con estudiantes, y el valor mínimo fue de $0,217 \mu\text{W}/\text{m}^2$ dentro de la oficina de un profesor (en la banda Wi-Fi de 2,4 GHz). Estos valores en ningún caso exceder los límites establecidos por la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes, $10 \text{ W}/\text{m}^2$ de exposición al público en general.

Dongus et al., 2022 realizaron una revisión sistemática cuyo objetivo fue evaluar todo tipo de estudios que investigaron los efectos biológicos y de salud de la exposición a ondas Wi-Fi. Los estudios elegidos fueron epidemiológicos, experimentales en seres humanos, in vivo e in vitro utilizando configuraciones realistas de exposición Wi-Fi. El estudio consistió en una búsqueda bibliográfica sistemática de todos los artículos publicados entre enero de 1997 y agosto de 2020 seguidos de una revisión de calidad que abordó el cegamiento y la dosimetría en estudios experimentales y varios tipos de sesgos en estudios epidemiológicos. De 1385 artículos identificados por la búsqueda bibliográfica, 23 cumplieron con los criterios básicos de calidad: 6 artículos



epidemiológicos, 6 artículos experimentales en humanos, 9 artículos in vivo y 2 artículos in vitro. Mientras que los estudios in vivo e in vitro aplicaron niveles de exposición de hasta 4 W/kg, los estudios en humanos abordaron la exposición niveles varios órdenes de magnitud por debajo de las pautas ICNIRP, que son típicas para situaciones de exposición Wi-Fi en el entorno cotidiano. Como conclusión este estudio no sugiere efectos perjudiciales para la salud debido a la exposición a Wi-Fi por debajo de los límites establecidos en las recomendaciones internacionales.

De 1385 artículos identificados por la búsqueda bibliográfica, 23 cumplieron con los criterios básicos de calidad: 6 artículos epidemiológicos, 6 artículos experimentales en humanos, 9 artículos in vivo y 2 artículos in vitro. Mientras que los estudios in vivo e in vitro aplicaron niveles de exposición de hasta 4 W/kg, los estudios en humanos abordaron la exposición niveles varios órdenes de magnitud por debajo de las pautas ICNIRP, que son típicas para situaciones de exposición Wi-Fi en el entorno cotidiano. Como conclusión este estudio no sugiere efectos perjudiciales para la salud debido a la exposición a Wi-Fi por debajo de los límites establecidos en las recomendaciones internacionales.

Ramirez-Vazquez et al., 2022 Los últimos 25 años han visto un aumento en el número de fuentes de radiofrecuencia con la adopción global de Los teléfonos inteligentes como dispositivos de conectividad primarios. El objetivo de este trabajo fue revisar y evaluar la estudios medidos de exposición personal a campos electromagnéticos de radiofrecuencia (RF-RMF) y cumplir con los requisitos básicos criterios de calidad elegibles para su inclusión en esta revisión, de acuerdo con los elementos de informe preferidos para Guías de Revisiones y Meta-Análisis (PRISMA), siguiendo los criterios de elegibilidad del PECO (Población, exposición, comparador y resultado) y el instrumento de lectura crítica Critical Appraisal Critical Appraisal Skills Programme Español (CASPe). En consecuencia, revisamos los trabajos publicados entre el 1 de enero de 1998 y el 31 de diciembre de 2021, arrojando 56 publicaciones. De los diferentes tipos de estudios en los que se ha medido la exposición personal a RF-EMF con dos metodologías de medición se pueden destacar: Mediciones personales con voluntarios y mediciones personales con un investigador capacitado (recorriendo un área específica, uno o varios microambientes, una ciudad entera, caminando o en algún medio de transporte). Se utilizaron exposímetros personales en el 83% de los estudios. La media más baja se midió en Egipto con un valor de $0,00100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($1,00 \text{ nW}/\text{m}^2$) en 2007 y la media más alta se midió en Bélgica con un valor de $285000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($0,285 \text{ W}/\text{m}^2$) en 2019. Los resultados de nuestro estudio confirman que los niveles de exposición a RF-EMF están muy por debajo de los niveles máximos establecidos por las directrices ICNIRP.



Trejo, 2021 realizaron un estudio descriptivo donde se midió el campo magnético generado por aparatos eléctricos y electrónicos presentes en el medio que nos rodea, ya que la vida cotidiana va a la par con el uso de la electricidad y, en consecuencia, se generan campos eléctricos y magnéticos, los mismos que solo pueden ser medidos con equipos especializados. Se presentan los resultados de mediciones de los campos magnéticos presentes en diferentes sectores dentro de un área educativa mediante una representación gráfica de los niveles de radiación encontrados en las zonas utilizadas para la toma de muestras. Se comprobó que en lugares con equipos electrónicos en uso se presentan niveles de radiación más elevados.

Danker-Hopfe et al., 2020 realizaron un estudio cruzado totalmente contrabalanceado, doble ciego, aleatorizado con control por exposición ficticia en el cual se estudió la exposición nocturna a Wi-Fi y sus efectos sobre el sueño. Treinta y cuatro sujetos varones jóvenes sanos (media \pm DE: 24,1 \pm 2,9 años) pasaron cinco noches durmiendo laboratorio. A una noche de reconocimiento y adaptación le siguieron dos noches experimentales. Cada una de las noches experimentales fue precedida por una noche de referencia. El sueño se evaluó a nivel subjetivo mediante un cuestionario y a nivel objetivo (macro y microestructura) por polisomnografía. Wi-Fi de 2,45 GHz (máximo psSAR_{10g} de 6.4 mW/kg) o señales falsas fueron entregadas por una instalación de exposición de la cabeza recientemente desarrollada. Los resultados no mostraron efectos agudos estadísticamente significativos de una exposición Wi-Fi durante toda la noche en los parámetros subjetivos del sueño, así como en los parámetros que caracterizan la macroestructura del sueño. Los análisis de la microestructura del sueño revelaron una reducción en la potencia del EEG global en la banda de frecuencia alfa (8,00–11,75 Hz) durante el sueño NREM bajo exposición Wi-Fi aguda en comparación con la simulación. Los resultados de este estudio están en consonancia con varios otros estudios neurofisiológicos que muestran que la exposición aguda a campos electromagnéticos de radiofrecuencia no tiene ningún efecto sobre la macroestructura del sueño. Los ligeros cambios fisiológicos en la potencia del EEG observados bajo la exposición Wi-Fi no se reflejan en la evaluación subjetiva del sueño ni en el nivel de las mediciones objetivas. Los presentes resultados no son indicativos de un efecto perturbador del sueño de la exposición Wi-Fi.

Guxens et al. (2019) realizaron un estudio epidemiológico observacional descriptivo de tipo transversal sobre la exposición de los niños pequeños a los campos electromagnéticos de radiofrecuencia (RF-EMF) y los posibles efectos en la salud asociados basado en el estudio Amsterdam Born Children and their Development (ABCD) de los Países Bajos no encontrándose asociaciones entre las llamadas de teléfono móvil



e inalámbrico y problemas emocionales y de comportamiento pero los niños expuestos a niveles de RF-EMF más altos de las estaciones bases de comunicaciones móviles mostraron mayores probabilidades de síntomas emocionales y los que tenían teléfono inalámbrico en casa tenían menos probabilidades de conducta prosocial y tenían problemas de relacionamiento con sus compañeros.

Farah Hanan et al., 2019 realizaron una revisión que tiene como objetivo dilucidar los posibles efectos de la exposición a Wi-Fi de 2,45 GHz sobre el sistema reproductor masculino de animales y seres humanos. Una búsqueda en una base de datos computarizada realizada a través de MEDLINE a través de Ovid y PUBMED con el siguiente conjunto de palabras clave: 'Wi-Fi o WiFi o Wireless Fidelity o Wi-Fi router o WiFi router o electromagnetic radiation o radiofrequency radiation ' AND 'sperm o spermatozoa o spermatogenesis o semen o seminal plasma o testes o testis o testosterone o male reproduction' ' había devuelto 526 artículos. Solo 17 estudios cumplieron con el criterio de inclusión preestablecido. Registros adicionales identificados a través de Google Scholar y el artículo revisado reveló además seis artículos elegibles. Se utilizó un total de 23 artículos para la extracción de datos, incluidos 15 estudios en ratas, tres estudios en ratones y cinco estudios sobre salud humana. El recuento de espermatozoides, la motilidad y la integridad del ADN fueron los parámetros más afectados cuando se expusieron a RF-EMR emitidos por el transmisor Wi-Fi. Desafortunadamente, la viabilidad y la morfología de los espermatozoides no fueron concluyentes. Los análisis estructurales y/o fisiológicos de los testículos mostraron cambios degenerativos, niveles reducidos de testosterona, aumento de células apoptóticas y daño en el ADN. Estos efectos se debieron principalmente a la elevación de la temperatura testicular y la actividad del estrés oxidativo. En conclusión, la exposición a RF-EMR de 2,45 GHz emitida por un transmisor Wi-Fi es peligrosa para el sistema reproductivo masculino.

Nkem et al., 2019 Se ha llevado a cabo una campaña de medición para la evaluación de los niveles de exposición electromagnética de los teléfonos móviles en el centro de la ciudad de Lovaina, Bélgica. El objetivo principal de la evaluación es estudiar la dependencia de la exposición del usuario por su propio teléfono móvil en función de la ubicación en la ciudad (muy cerca de las estaciones base y en lugares seleccionados aleatoriamente). ubicaciones). Las mediciones se realizaron tanto en público como en áreas privadas en 60 lugares al aire libre y 60 interiores en Lovaina. La campaña se centró en las comunicaciones móviles GSM 900. El



Los resultados muestran que la exposición es considerablemente mayor para ambientes interiores en comparación con ambientes al aire libre, y en las ubicaciones elegidas al azar en comparación con ubicaciones muy cercanas a las estaciones base. Sin embargo, la observación más importante es que la exposición media al aire libre en Lovaina del usuario de un el teléfono móvil es aproximadamente 8 veces más alta que el promedio al aire libre exposición de las estaciones base. En el interior, este factor se eleva a aproximadamente 30

Kamali et al.,2018 desarrollaron un estudio cuyo objetivo fue someter continuamente a ratas en el grupo experimental a la radiación de radiofrecuencia (RF) emitida por un dispositivo Wi-Fi disponible comercialmente. Las ratas macho Wister fueron expuesto a radiación RF de 2,45 GHz emitida por un Wi-Fi durante 24 h/día durante 10 semanas consecutivas. Para evaluar el cambio de sistema redox antioxidante del plasma después de la exposición continua a un dispositivo Wi-Fi, la capacidad antioxidante total del plasma, el nivel de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico, concentración de glutatión reducido (GSH) y actividad de diferentes antioxidantes enzimáticos, por ejemplo, superóxido dismutasa [SOD], catalasa [CAT], glutatión peroxidasa [GSH-Px] y glutatión S-transferasa [GST], se midieron. En el grupo expuesto a Wi-Fi, se detectó una disminución significativa en la capacidad antioxidante total del plasma y las actividades de varias enzimas antioxidantes, incluidas CAT, GSH-Px y SOD ($P < 0,05$). Mientras tanto, la actividad de GST aumentó significativamente en este grupo ($P < 0,05$). Sin embargo, no se encontraron cambios significativos en los niveles de GSH y TBARS. después de la exposición a la radiación RF. Según los resultados, el sistema de defensa oxidativo en ratas expuestas a la señal de Wi-Fi fue significativamente afectado en comparación con el grupo de control. Se necesitan más estudios para comprender mejor los posibles efectos biológicos mecanismos de EMR emitidos desde el dispositivo Wi-Fi y resultados relevantes.

Pall,2018 llevaron a cabo una revisión de 23 estudios científicos controlados sobre la exposición a Wi-Fi y los efectos sobre la salud en células de animales y seres humanos. Estos estudios muestran repetidamente que Wi-Fi causa estrés oxidativo, daño espermio/testicular, efectos neuropsiquiátricos incluyendo cambios en el EEG, apoptosis, daño en el ADN celular, cambios endocrinos y sobrecarga de calcio. Cada uno de estos efectos también son causados por la exposición a otros campos electromagnéticos de frecuencia de microondas, siendo cada uno de estos efectos documentado en de 10 a 16 revisiones. Por lo tanto, cada uno de estos siete efectos de los CEM son efectos establecidos de Wi-Fi y de otros campos electromagnéticos de frecuencia de microondas. Cada uno de estos siete también es producido por efectos aguas abajo de los principales



acciones de tales campos electromagnéticos, activación del canal de calcio dependiente de voltaje (VGCC). Mientras que la activación de VGCC a través de la interacción EMF con el sensor de voltaje VGCC parece ser el mecanismo de acción predominante de los campos electromagnéticos, otros mecanismos parecen tener papeles menores. Los roles menores incluyen la activación de otros canales iónicos dependientes de voltaje, calcio resonancia de ciclotrón y el mecanismo de magneto recepción geomagnética. Cinco propiedades de los campos electromagnéticos no térmicos se discuten los efectos. Estos son que los campos electromagnéticos pulsados son, en la mayoría de los casos, más activos que los campos electromagnéticos no pulsados; los campos electromagnéticos artificiales están polarizados y dichos campos electromagnéticos polarizados son mucho más activos que los campos electromagnéticos no polarizados; dosis respuesta las curvas no son lineales ni monótonas; Los efectos de los campos electromagnéticos suelen ser acumulativos; y los campos electromagnéticos pueden afectar jóvenes más que adultos. Estos hallazgos generales y los datos presentados anteriormente sobre los efectos de Wi-Fi se usaron para evaluar la revisión de Wi-Fi de Foster and Moulder (F&M). El estudio de F&M afirmó que había siete importantes estudios de Wi-Fi que no mostraron ningún efecto. Sin embargo, ninguno de estos eran estudios de Wi-Fi, y cada uno difiere de Wi-Fi genuino de tres maneras distintas. F&M podría, a lo sumo, concluir que no hubo diferencias estadísticamente significativas evidencia de un efecto. Los diminutos números estudiados en cada uno de estos siete estudios vinculados a F&M muestran que cada uno de carecen de poder para sacar conclusiones sustantivas. En conclusión, hay siete Wi-Fi encontrados repetidamente efectos que también se ha demostrado que son causados por otras exposiciones similares a los CEM. Cada uno de los siete debe ser considerados, por tanto, como efectos establecidos del Wi-Fi.

Wilke, 2018 realizó una revisión sistemática de los estudios sobre los efectos de las radiaciones no ionizantes a frecuencias de microondas (MW) 2.45 GHz, que se utiliza principalmente para aplicaciones WLAN/Wi-Fi y hornos de microondas. Los estándares WLAN más nuevos también usan las frecuencias de 5, 6 y 60 GHz. Para que los usuarios estén en línea en cualquier lugar se utilizan transmisores WLAN de 2.45 GHz (puntos de acceso, femto-celdas, enrutadores) en bibliotecas, hospitales, hoteles, aeropuertos, estaciones de tren, centros comerciales, en lugares públicos, en autobuses, metro y trenes de pasajeros. Para esta revisión, se investigaron principalmente en las bases de datos vivo (zbmed) y PubMed sin restricción de la fecha de publicación seleccionándose estudios que han sido publicados en revistas especializadas reconocidas. Se analizaron más de 100 estudios sobre la frecuencia de 2.45 GHz, la mayoría de los cuales están por debajo de las recomendaciones ICNIRP aceptados como valores límite en Alemania. Se



encontraron cambios en comparación con los grupos no irradiados. Se documentan Los estudios con respecto a los posibles efectos sobre la salud de las personas provenientes de la exposición de seres humanos a las radiaciones no ionizantes de los dispositivos Wi-Fi son contradictorios. Los estudios in vivo e in vitro aplicaron niveles de exposición de hasta 4 W/kg, los estudios en humanos abordaron la exposición niveles varios órdenes de magnitud por debajo de las pautas ICNIRP, que son típicas para situaciones de exposición Wi-Fi en el entorno cotidiano. Como conclusión este estudio no sugiere efectos perjudiciales para la salud debido a la exposición a Wi-Fi por debajo de los límites establecidos en las recomendaciones internacionales.

Hassanshahi et al., 2017 llevaron a cabo un estudio que tuvo como objetivo investigar el efecto de Radiación Wi-Fi de 2,4 GHz sobre la integración multisensorial en ratas. Este estudio experimental se realizó en 80 ratas macho Wistar que se asignaron a grupos de exposición real y simulada. La exposición Wi-Fi por microondas de 2,4 GHz [en Service Set Identifier modo (23,6 dBm y 3% para potencia y ciclo de trabajo, respectivamente)] se realizó durante 30 días (12 h/día). Se realizó la tarea de reconocimiento multimodal visual-táctil de objetos (CMOR) por cuatro variaciones de reconocimiento espontáneo de objetos (SOR) prueba que incluye SOR estándar, SOR táctil, visual Pruebas SOR y CMOR. Se calculó una relación de discriminación para evaluar la preferencia del animal por el objeto novedoso. Los niveles de expresión de mRNA de M1 y GAT1 en el hipocampo se evaluaron mediante RT-PCR cuantitativa en tiempo real. Los resultados demostraron que las ratas en los grupos de exposición Wi-Fi no podía discriminar significativamente entre la novela y objetos familiares en cualquiera de los SOR estándar, SOR táctil, pruebas visuales SOR y CMOR. La expresión de M1 los receptores aumentaron después de la exposición a Wi-Fi. En conclusión, Los resultados de este estudio mostraron que la exposición crónica a Las ondas electromagnéticas de Wi-Fi pueden afectar tanto el modo unimodal y codificación multimodal de la información.

Yildirim et al., 2015 realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar los posibles efectos nocivos de la radiación de radiofrecuencia sobre los parámetros del esperma. Se utilizó semen para análisis a los pacientes de infertilidad y también dichos pacientes llenaron un formulario anónimo. Un total de 1082 pacientes llenaron el cuestionario, pero 51 de ellos fueron excluidos del estudio debido a la azoospermia. No hubo diferencia significativa entre el conteo y la morfología de espermatozoides excluyendo la motilidad en función del período de uso del teléfono móvil. El conteo total de espermatozoides móviles y el conteo de aquellos con solo motilidad progresiva disminuyó con el aumento del uso de internet. En consonancia con el recuento total de espermatozoides móviles, el recuento de los espermatozoides con solo movilidad progresiva también disminuyó con uso de internet



inalámbrico en comparación con el uso de conexión a internet por cable. Hubo una correlación negativa entre la duración del uso de Internet inalámbrico y el conteo total de espermatozoides.

Tök, 2013 estudio los efectos de la exposición Wi-Fi en los sistemas redox oxidantes y antioxidantes de la lente, así como los posibles efectos protectores de la melatonina sobre la lesión del cristalino inducida por la radiación electromagnética (CEM). Se utilizaron treinta y dos ratas que fueron divididas aleatoriamente en cuatro grupos iguales como sigue: El primer y segundo grupo eran ratas de control de jaula y de control con exposición simulada. Las ratas en el tercer grupo estuvieron expuestas a Wi-Fi (2.45 GHz) durante 60 min/día durante 30 días. El cuarto grupo fue tratado con melatonina. La exposición de una hora en el tercer y el cuarto tuvo lugar al mediodía de cada día. Se encontró que los niveles de peroxidación lipídica en el cristalino fueron levemente mayores en el tercer grupo (Wi-Fi) que en los grupos de jaula y control simulado, aunque sus concentraciones fueron significativas ($P < 0,05$) disminuyó con la suplementación con melatonina. La actividad del glutatión peroxidasa (GSH-Px) fue significativamente ($P < 0,05$) más baja en el grupo Wi-Fi que en los grupos de control de jaula y simulación, aunque los valores de GSH-Px ($P < 0,01$) y glutatión reducido ($P < 0,05$) fueron significativamente más altos en Wi-Fi + melatonina grupo que en el grupo Wi-Fi. En conclusión, de acuerdo al estudio hay efectos tóxicos oxidativos deficientes de una hora de exposición a Wi-Fi en el cristalino de los animales. Sin embargo, la suplementación con melatonina en el cristalino parece tener efectos protectores sobre el sistema oxidante por modulación de la actividad de GSH-Px.

8.0 Marco Conceptual

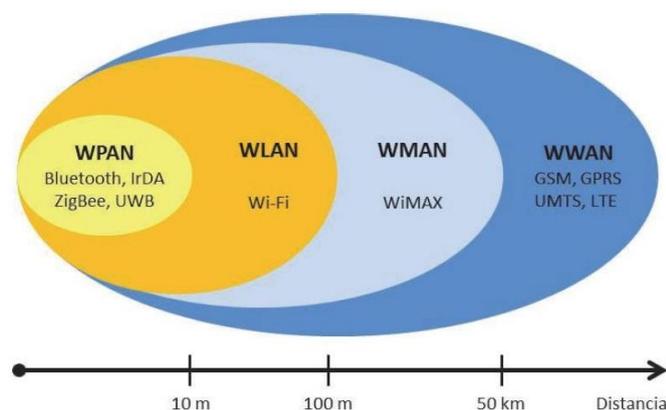
A. Características de las redes Wi-Fi

Wi-Fi es una tecnología inalámbrica que se utiliza para conectar computadoras, tabletas, teléfonos inteligentes, televisores y otros dispositivos a Internet. En consecuencia, una red Wi-Fi es una red de área local de radio de banda ancha (RLAN) que permite a los dispositivos antes mencionados acceder a Internet a través de un enrutador que actúa como un concentrador para transmitir la señal de Internet a todos sus dispositivos habilitados. Para Wi-Fi, conectado directamente a un módem de Internet. Esto le brinda la flexibilidad de permanecer conectado a Internet siempre que se encuentre dentro del área de cobertura de su red. Las Redes de Área Personal (PAN) cubren unos pocos metros, son para uso personal y cuando se desarrollan con redes inalámbricas, se denomina Red de Área Personal Inalámbrica (WPAN). Las Redes de Área Local Inalámbrica (WLAN) son redes informáticas que permiten la comunicación y el intercambio de datos entre diferentes

dispositivos a distancias cortas (normalmente del orden de 100 m), por lo que se utilizan para redes domésticas y corporativas y se implementan básicamente mediante Wi-Fi. Una red de área metropolitana (WMAN) es una red informática que conecta ordenadores en un área metropolitana, que puede ser una gran ciudad, varias ciudades y pueblos, o cualquier área grande con varios edificios y puede cubrir distancias del orden de 50 km. Las Redes Inalámbricas de Área Amplia (WWAN) son redes informáticas que pueden interconectar varias redes WLAN o WMAN que podrían estar todas en diferentes ubicaciones físicas y pueden ser redes corporativas para uso privado o pertenecer a Proveedores de Servicios de Internet (ISP) para proporcionar conexión a sus clientes (servicio público). La Figura 1 muestra la ubicación de la red Wi-Fi dentro de las tecnologías inalámbricas. La Figura 2 muestra el esquema básico de una red Wi-Fi, mostrando el router, puntos de acceso y terminales que se conectan a la red. La Recomendación UIT-R M.1450-5 [23] de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) incluye recomendaciones del Instituto Internacional de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI) y la Asociación de Industrias de Radio y Empresas (ARIB) para estandarizar los sistemas Wi-Fi con el objetivo de permitir la compatibilidad cruzada entre varios fabricantes y su compatibilidad con redes de área local (LAN) cableadas. Así, los sistemas Wi-Fi actuales funcionan principalmente en las bandas sin licencia de 2,4 y 5 GHz.

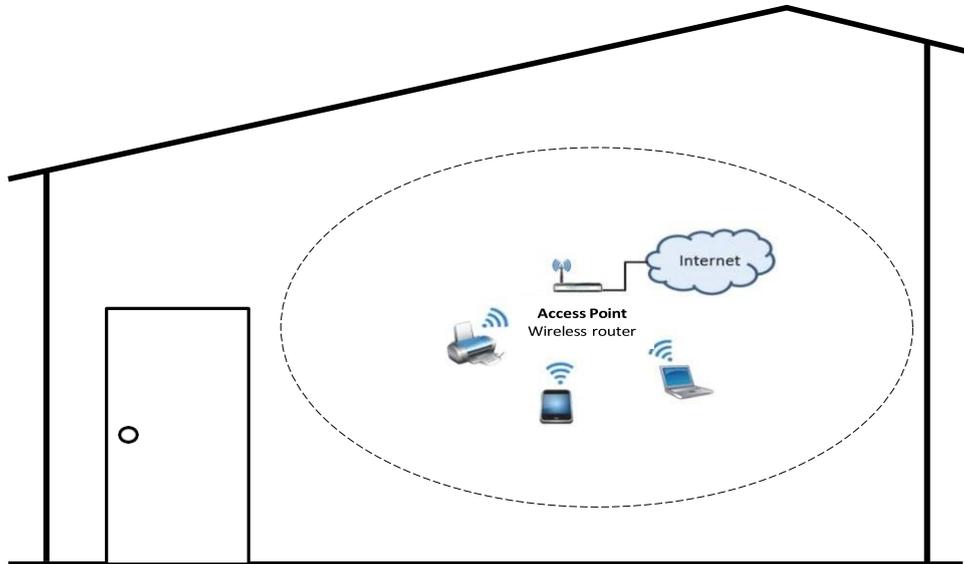
Debido a esto, los sistemas Wi-Fi y sus señales están presentes en casi todos los ambientes donde se desarrolla la vida del ser humano, en el hogar, trabajo, centros de estudios, hospitales, autobuses, trenes, barcos, aviones y muchos más.

Figura. 1: Clasificación de las redes inalámbricas por su alcance



Fuente: Techpedia [20]

Figura 2. Esquema de la red Wi-Fi en casa



Fuente: Internetizado [21]

Sin embargo, junto a este gran desarrollo y la tremenda utilidad asociada a estos sistemas, ha surgido una importante preocupación sobre los posibles efectos producidos por las ondas electromagnéticas de los sistemas de comunicaciones inalámbricos, incluidos los sistemas Wi-Fi. En 2013, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) publicó el volumen 102 de las Monografías sobre la Evaluación de Riesgos Carcinógenos para los Seres Humanos en el Capítulo 6, Sección 6.3 Evaluación Global clasifica los Campos de Radiofrecuencia como pertenecientes al Grupo 2B “Posible Carcinógeno para los Humanos” [24] lo que aumenta la preocupación del público en general y de las instituciones sobre los posibles efectos en la salud de las tecnologías inalámbricas en general y de los sistemas Wi-Fi en particular.

Esta preocupación recurrente por los posibles efectos de las redes Wi-Fi ha dado lugar a numerosos estudios específicos sobre los posibles efectos sobre la salud de las personas y los niveles de exposición a la radiofrecuencia que producen las redes Wi-Fi [3]-[8]. Además, según el modelo estándar de evaluación de riesgos para la salud adoptado por la Organización Mundial de la Salud [25] incluye cuatro componentes principales: identificación de peligros, caracterización de peligros, evaluación de exposición y caracterización de riesgos. En otras palabras, evaluar los riesgos para la salud de las redes



Wi-Fi implica un componente importante de la evaluación de la exposición. A nivel mundial existen varios estudios para evaluar el Wi-Fi; sin embargo, existen pocos estudios para sistemas Wi-Fi peruanos y latinoamericanos.

9.0 Objetivos

Objetivo general

Evaluar los niveles de las Radiaciones No ionizantes de las de las Redes Wi-Fi de la Universidad Ricardo Palma y comprobar su inocuidad a la luz de las investigaciones internacionales sobre efectos en la salud de las personas de estas radiaciones.

Objetivos Específicos

Ubicar y reconocer los diferentes componentes de la red Wi-Fi de la URP

Definir el protocolo a utilizar para las mediciones

Obtener conclusiones sobre los posibles efectos sobre la salud estudiado internacionalmente

Evaluar el cumplimiento de los límites de exposición recomendados internacionalmente de las RNI de los access point y en otros puntos de interés

Respecto del objetivo general se cumplió de acuerdo con lo señalado en la propuesta

Respecto de los objetivos específicos se cumplieron los 4.

10.0 Hipótesis Por tratarse de un estudio descriptivo no es necesario plantear una hipótesis

11.0 Variables

Variable: Las variables a medir en este estudio son las siguientes:

- El campo electromagnético de radiofrecuencias ambiental e interno total en la Universidad Ricardo Palma
- El campo electromagnético ambiental de las redes Wi-Fi dentro del entorno de la Universidad Ricardo Palma
- El campo electromagnético interno en aulas de clases y laboratorios de la Universidad Ricardo Palma.

12.0 Método para para la evaluación de los niveles de radiación Wi-Fi

12.1. Tipo de investigación

Descriptiva

12.2. Método de investigación

El Método para para la evaluación de los niveles de radiación Wi-Fi fue experimental

12.3. Tipo de investigación



A continuación se indica a detalle los diferentes componentes del protocolo como son el equipo utilizado y sus características los límites de exposición utilizados y sus valores para los diferentes servicios de telecomunicaciones incluyendo los correspondientes a los sistemas Wi-Fi, la elección de los lugares de medición, el equipo utilizado y su preparación antes de las mediciones, el cual permite medir todos los servicios simultáneamente y evaluar la exposición producida por los sistemas Wi-Fi aisladamente y en comparación a la exposición total.

A. Ubicación de los Access point de la red Wi-Fi de la URP

Los puntos que emiten la radiación de la red Wi-Fi de la URP son los Access point. Durante la prospección se ubico cada uno de los Access Point en cada uno de los pabellones en base a los cuales se decidió la ubicación de los puntos de medición. En el Anexo 1 se muestra la ubicación de los aaccess point de la red Wi-Fi de la URP

B. Elección del equipo para realizar la medición y otros equipos utilizados

Por razones prácticas, se utilizó un exposímetro personal calibrado EME Spy Evolution, MVG para las mediciones. Este equipo de pequeño tamaño con sonda isótropa permite evaluar la contribución individual al nivel total de radiación no ionizante de los 20 servicios mostrados en la Tabla I. Adicionalmente se utilizó una laptop portátil para almacenar la información recolectada. Al final de la medición se tomó evidencia fotográfica de las mediciones mediante la cámara de un equipo de telefonía móvil.

TABLA I. Servicios de Telecomunicaciones de Eme Spy Evolution [30]

	Servicio de Telecomunicaciones	Frecuencia mínima (MHz)	Frecuencia máxima (MHz)
1	FM	88	108
2	TV-VHF	174	216
3	TV-UHF	470	644
4	LTE Band 12 UL	698	716
5	LTE Band 12 DL	728	746
6	LTE Band 13 DL	746	756
7	LTE Band 13 UL	777	787
8	LTE Band 26 UL	814	849
9	LTE Band 26 DL	859	894
10	ISM/Intelligent Meters	902	928
11	LTE Band 4 UL	1710	1755
12	LTE Band 25 UL	1850	1915
13	DECT 6.0	1920	1930
14	LTE Band 25 DL	1930	1995
15	LTE Band 4 DL	2110	2155
16	LTE Band 40	2300	2400
17	Wi-Fi 2G	2400	2483
18	LTE Banda 7 UL	2500	2570
19	LTE Banda 7 DL	2620	2690
20	Wi-Fi 33 5G	5150	5850

Límites Utilizados para Evaluar la Exposición a RNI

El 6 de julio de 2003, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú emitió “Los Límites Máximos Permisibles de Radiación No Ionizante en las Telecomunicaciones” [13] mediante Decreto Supremo N° 038-2003-MTC, los cuales se basan en los niveles de referencia del ICNIRP 1998[9] y considera no sólo la exposición del público en general, sino también la exposición ocupacional en el rango de frecuencias de 9 kHz a 300 GHz. En el rango de frecuencias utilizado para llevar a cabo este estudio, los nuevos niveles de referencia de la ICNIRP 2020 son los mismos que los de la ICNIRP 1998 (ver Tabla II), por lo que los criterios de cumplimiento de la ICNIRP 2020 [10] son los mismos que se utilizan para las directrices de la ICNIRP de 1998.

TABLA II. Límites Máximos Permisibles Peruanos para Radiaciones No Ionizantes (valores rms)

	Rango de frecuencia	E (V/m)	H (A/m)	Seq (W/m ²)
Exposición Ocupacional	9 – 65 kHz	610	24.4	-
	0.065 – 1MHz	610	1.6/f	-
	1 – 10 MHz	610/f	1.6/f	-
	10 – 400 MHz	61	0.16	10
	400 – 2000 MHz	3f ^{0.5}	0.008 × f ^{0.5}	f/40
	2 – 300 GHz	137	0.36	50
Exposición de la población	9– 150 kHz	87	5	-
	0.15 – 1MHz	87	0.73/f	-
	1 – 10 MHz	87/f ^{0.5}	0.73/f	-
	10 – 400 MHz	28	0.073	2
	400 – 2000 MHz	1.375f ^{0.5}	0.0037 × f ^{0.5}	f/200
	2 – 300 GHz	61	0.16	10

En la Tabla III se muestran los valores de los Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No Ionizantes de los Servicios de Telecomunicaciones que pueden ser evaluados por EME SPY Evolution.

C. Exposición a múltiples frecuencias

El nivel de exposición a las RNI emitidas en una sola frecuencia se puede expresar mediante un parámetro llamado “cociente de exposición”. Como se puede ver en la ecuación (1), su valor viene dado por el cociente de la densidad de potencia medida ($S_{measured}$) y el límite de la densidad de potencia (S_{limit}). (ICNIRP, 1998).

$$Exp\ quotient = \frac{S_{measured}}{S_{limit}} \quad (1)$$

Como se puede ver en las ecuaciones (2) y (3), el cociente de exposición se puede expresar en términos de los campos eléctricos y magnéticos.

TABLA III. LÍMITES DEL PÚBLICO GENERAL PARA LOS SERVICIOS MEDIDOS POR EME
Spy Evolution

	Servicio	Banda de frecuencia (MHz)	Frecuencia de banda de media (MHz)	Seq (W/m ²)
1	FM	88-108	98	2.000
2	TV-VHF	174-216	195	2.000
3	TV-UHF	470-644	557	2.785
4	LTE Band 12 UL	698-716	707	3.535
5	LTE Band 12 DL	728-746	737	3.685
6	LTE Band 13 DL	746-756	751	3.755
7	LTE Band 13 UL	777-787	782	3.910
8	LTE Band 26 UL	814	849	4.158
9	LTE Band 26 DL	859	894	4.383
10	ISM/Intelligent Meters	902-928	915	4.575
11	LTE Band 4 UL	1710-1755	1732.5	8.663
12	LTE Band 25 UL	1850	1915	9.413
13	DECT 6.0	1920	1930	9.625
14	LTE Band 25 DL	1930	1995	9.813
15	LTE Band 4 DL	2110-2155	2132.5	10.000
16	LTE Band 40	2300-2400	2350	10.000
17	Wi-Fi 2G	2400-2483	2441.5	10.000
18	LTE Band 7 UL	2500-2570	2535	10.000
19	LTE Band 7 DL	2620-2690	2655	10.000
20	Wi-Fi 5G	5150-5850	5500	10.000

Como se puede ver en las ecuaciones (2) y (3), el cociente de exposición puede expresarse en términos de la intensidad de campo eléctrico medida ($E_{measured}$) y el límite de intensidad de campo (E_{limit}). Si se midiera el campo magnético, se utilizaría la misma expresión,

$$Exp\ quotient = \left(\frac{E_{measured}}{E_{limit}} \right)^2 \quad (2)$$

$$Exp\ quotient = \left(\frac{H_{measured}}{H_{limit}} \right)^2 \quad (3)$$

D. Cociente de exposición a múltiples frecuencias

La relación de exposición multifrecuencia puede expresarse en términos de la intensidad del campo eléctrico medida para cada frecuencia (medida por E_i) y el límite de intensidad del campo eléctrico (límite E_i) o en términos de la intensidad del campo magnético medida para cada frecuencia (medida por H_i) y el límite de intensidad del campo magnético (límite por H_i). (Ecuaciones (4) y (5)).



$$Exp\ quotient = \frac{S_{measured}}{S_{limit}} \sum_{i>1MHz}^{300\ GHz} \left(\frac{S_{measured}}{S_{limit}} \right)$$

$$Exp\ quotient = \sum_{i>1MHz}^{300\ GHz} \left(\frac{E_{i-measured}}{E_{i-limit}} \right)^2 \quad (4)$$

$$Exp\ quotient = \sum_{i>1MHz}^{300\ GHz} \left(\frac{H_{i-measured}}{H_{i-limit}} \right)^2 \quad (5)$$

E. Selección de localizaciones

Se realizó una prospección en las diferentes facultades que conforman la universidad para determinar la ubicación de los Acces Point. Se identificaron y seleccionaron los lugares donde se realizarían las mediciones en las diferentes facultades. El criterio considerado para este propósito fue elegir los puntos por debajo de los puntos de acceso (Acces Point) debido a que son los lugares para los cuales el campo podría ser más alto

En la Tabla IV se muestra el número de puntos evaluados en cada facultad, clasificados según el tipo de ambiente. En total se evaluaron 106 puntos: 96 al aire libre y 10 en interior de aulas y de la Biblioteca Central (incluida en el Pabellon G. No es de mayor importancia la evaluación en otros espacios abiertos pues los lugares de mayor permanencia son los pasadizos de los pabellones y las aulas. Tampoco es importante señalar si es con línea de vista o sin línea de vista porque no influirá mayormente en las mediciones, pues el ambiente de propagación de señal Wi-Fi es muy complejo y además de la señal de rayo directo se van a sumar ondas provenientes de múltiples reflexiones e incluso difracciones.

Table IV. Número de ubicaciones evaluadas.

Tipo de medición Facultad	Indoor	Outdoor
Arquitectura y Urbanismo	2	15
Ciencias Biológicas	-	15
Economía y Negocios	1	13
Ingeniería	4	14
Medicina Humana	3	9
Humanidades y Lenguas Modernas /Psicología	-	17
Pabellón G	-	13
TOTAL	10	96

Dado que los Access point incluyen las antenas Wi-Fi al realizar la prospección se determinó la cantidad de antenas y la medición se realizó cerca a todas las a antenas en exteriores sean 2G o 5G. Por lo que la densidad de antenas no fue un criterio para definir los puntos de medición (densidad de antenas cercanas al punto: Wi-Fi 2G y Wi-Fi 5G. Tampoco es



importante señalar la densidad de infraestructura Wi-Fi, ni las marcas de emisores de radiación Wi-Fi y sus niveles de potencia, distancias entre emisores RNI y áreas de oficinas, aulas y de esparcimiento; homologación de potencia de transmisión de los equipos Wi-Fi con la normativa nacional vigente (MTC), pues todos esos datos teóricos no van poder modelarse y acercarse a la exactitud de las mediciones. Por otro lado, el estudio no considera la predicción de las radiaciones.

F. Preparación del equipo

Antes de iniciar la evaluación, el equipo se configuró para registrar los valores de medición: intensidad del campo eléctrico (V/m), densidad de potencia (mW/cm^2 , W/m^2) y cociente de exposición (público en general y ocupacional) cada 5 segundos. Esto permite la evaluación simultánea de los servicios mostrados en la Tabla 1. El equipo se colocó en el trípode y luego se activó. Al mismo tiempo, se registraron todos los valores de las mediciones, así como la posición mediante un GPS. Cada medición duró 6 minutos.

12.4. Instrumento de recolección de datos

En el Anexo 2 se presenta una muestra de la Hoja de Recolección de Datos validada previo a la recolección de datos. Como las muestras se tomaron cada 5 s entonces cada medición que dura 6 min incluyen 72 mediciones y como se han medido en un total de 106 puntos entonces se han realizado 7632 muestras es decir en la Hoja de Recolección de Datos hay 7632 registros tanto para mediciones en W/m^2 y en % de los niveles de referencia ICNIRP para el público en general lo que da un total de 15264 registros o aproximadamente 500 hojas de información. Cada registro tiene los valores medidos para los 20 servicios y su ubicación en coordenadas geográficas y además se ha realizado un croquis a mano alzada de la ubicación referencial.

Por lo mencionado en el Anexo 2 se presenta una muestra de las mediciones en densidad de potencia y otra muestra de las mediciones en % de los límites ICNIRP.

En el Anexo 3 se muestran una pequeña parte del registro fotográfico de las mediciones.

12.5. Técnicas de procesamiento de datos

Cálculos estadísticos utilizando Excel.

13.0 Resultados de las mediciones

Los resultados han sido rigurosamente analizados y están claramente expresados en el Artículo

“Evaluation of exposure to Wi-Fi radiofrequency fields in indoor and outdoor environments in

the Ricardo Palma University campus, Lima, Peru, using a personal exposimeter” publicado en la Revista Perfiles de Ingeniería, no se presentan tablas porque la información esta plasmada en las gráficas y sería redundante presentar dichas tablas; por el contrario las gráficas facilitan la interpretación de resultados para las personas que conocen del tema, porque no es un artículo de divulgación.

Las gráficas presentan mediciones en términos de la densidad de potencia de onda plana (W/m^2) [Figuras 3 y 4 Art.Revista Perfiles] y presentan las mediciones de las 20 bandas de frecuencia que puede medir el equipo incluyendo las bandas de frecuencia Wi-Fi 2G y Wi-Fi 5G ya que los posibles efectos en la salud de las personas se deben a la exposición de las personas no a un solo servicio o sistema, sino que responde al total de las emisiones. Por eso si bien es importante conocer la radiación Wi-Fi, también es importante considerar todo el contexto de la exposición y saber cuál es la contribución de los sistemas Wi-Fi.

El análisis de los resultados fue riguroso y se considera la comparación con los niveles de referencia de las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) que han sido adoptados por el Estado del Perú como límites máximos permisibles lo cual se muestra en las figuras 5 al 9 del Artículo

Las mediciones realizadas incluyeron diferentes servicios y sistemas de telecomunicaciones como la radiodifusión, la telefonía móvil y el Wi-Fi. En el Anexo 4 se presentan las tablas que sirven de base para las gráficas que se muestran a continuación.

La Fig. 3 muestra la media de la densidad de potencia (W/m^2) para ambientes exteriores por bandas de frecuencia principales. La contribución de Wi-Fi 2G y Wi-Fi 5G fue de $1,83 \times 10^{-6}$ y $3,39 \times 10^{-5} W/m^2$, respectivamente.

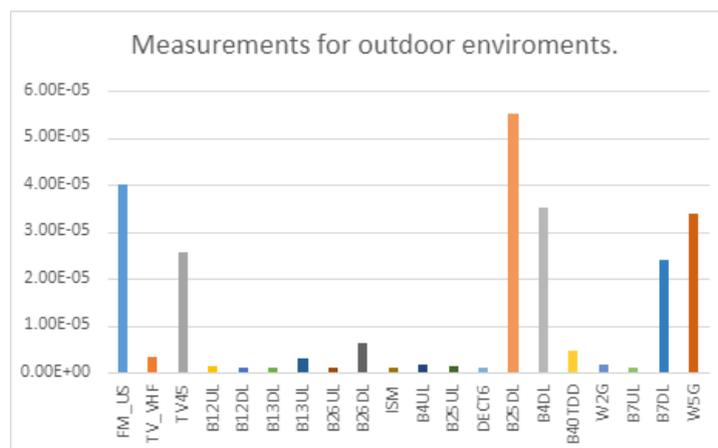


Figure 3. Exposición media por bandas de frecuencia principales para entornos exteriores (W/m^2)

La Fig. 4 muestra la media de la densidad de potencia (W/m^2) para ambientes interiores por bandas de frecuencia principales. La contribución de Wi-Fi 2G y Wi-Fi 5G fue de $1,33 \times 10^{-6}$ y $2,96 \times 10^{-6} W/m^2$, respectivamente.

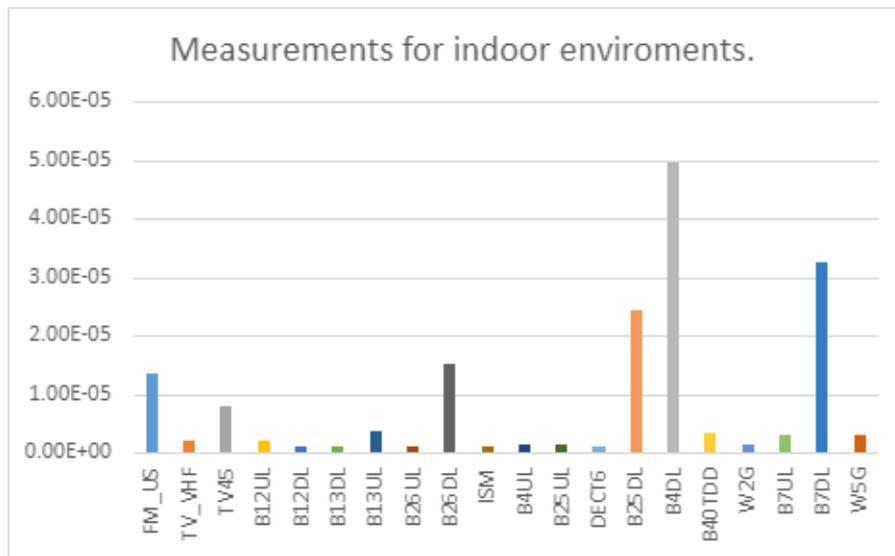


Figura 4. Exposición media por bandas de frecuencia principales para ambientes interiores (W/m^2)

En la Fig. 5 se muestra la exposición media del público general (%) para entornos exteriores por bandas de frecuencia principales. La contribución de Wi-Fi 2G y Wi-Fi 5G fue de $1,83 \times 10^{-5} \%$ y $3,39 \times 10^{-4} \%$, respectivamente.

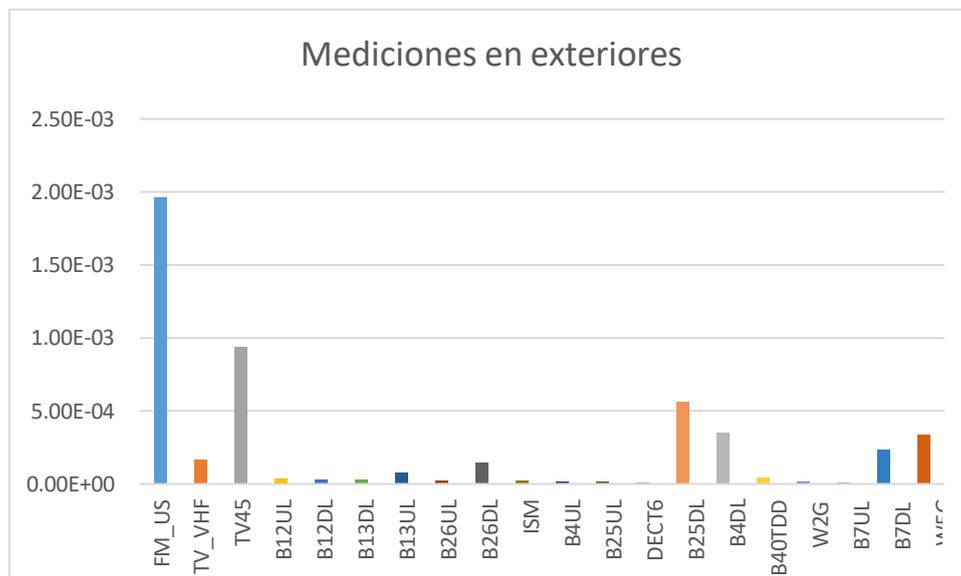


Figure 5. Exposición media por bandas de frecuencia principales para entornos exteriores (%)

*El porcentaje es con respecto a los niveles de referencia poblacional de la ICNIRP

La Fig. 6 muestra la exposición media del público en general (%*) para ambientes interiores por bandas de frecuencia principales. La contribución de Wi-Fi 2G y Wi-Fi 5G fue de $1,33 \times 10^{-5} \%$ y $2,96 \times 10^{-5} \%$, respectivamente.

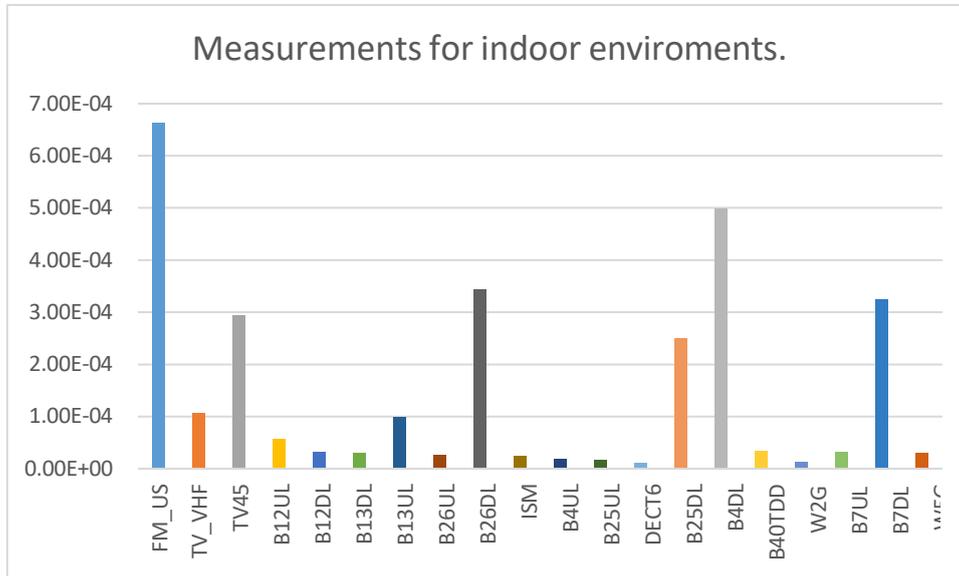


Figura 6. Exposición media por bandas de frecuencia principales para ambientes interiores (%*)

*El porcentaje se corresponde con respecto a los niveles de referencia poblacional de la ICNIRP

En la Figura 7 se muestra un gráfico comparativo de la exposición total y la contribución del Wi-Fi a la exposición del público en general (%) en ambientes exteriores por facultades: El valor máximo de la exposición total fue de $1,03 \times 10^{-2} \%$ para la Facultad de Ciencias Biológicas y de $5,08 \times 10^{-4} \%$ para la Facultad de Economía y Negocios.

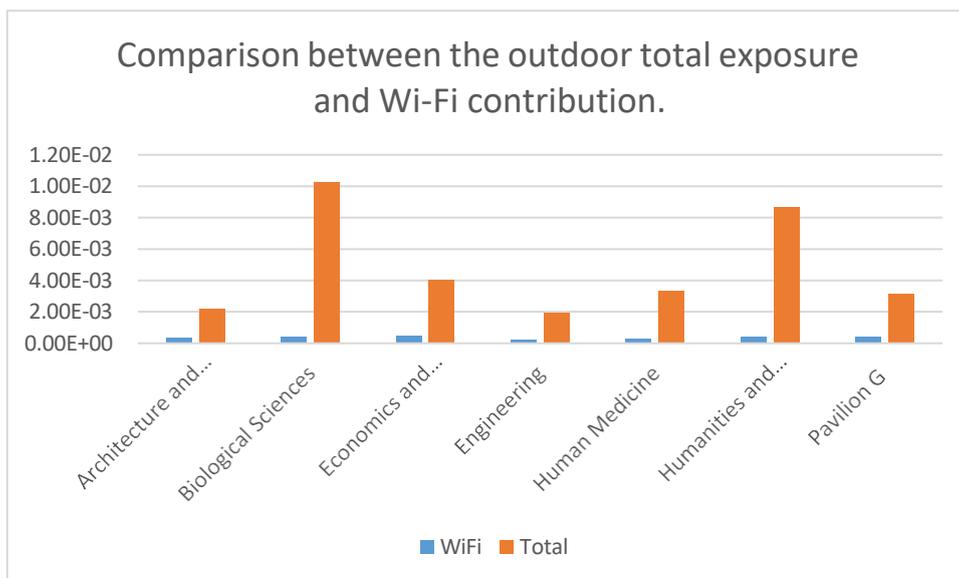


Figura 7. Comparativa de la exposición media total y de la contribución Wi-Fi por facultades para ambientes exteriores (%*)

*El porcentaje se corresponde con respecto a los niveles de referencia poblacional de la ICNIRP

En la Figura 7 se muestra un gráfico comparativo de la exposición total y la contribución del Wi-Fi a la exposición del público en general (%) en ambientes exteriores por facultades: el valor máximo de la exposición total fue de $1,03 \times 10^{-2} \%$ para la Facultad de Ciencias Biológicas y de $5,08 \times 10^{-4} \%$ para la Facultad de Economía y Negocios.

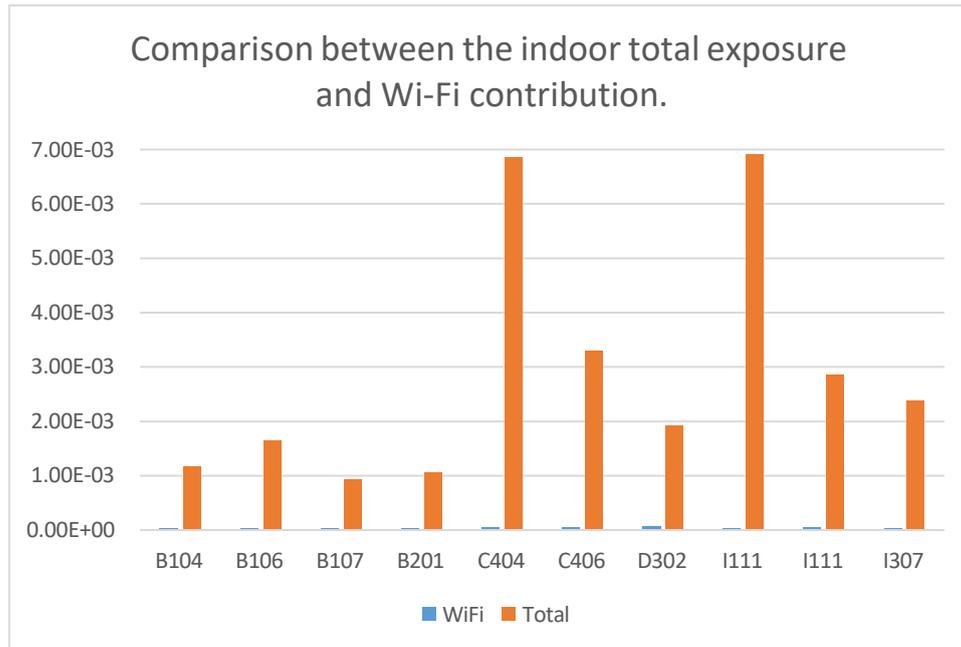


Figura 8. Comparativa de la exposición media total y de la contribución Wi-Fi de las aulas para ambientes interiores (%*)

*El porcentaje se corresponde con respecto a los niveles de referencia poblacional de la ICNIRP

En la Figura 9 se presenta una comparativa de la contribución total y del Wi-Fi a la exposición media por facultades y mediciones en interiores (%*).

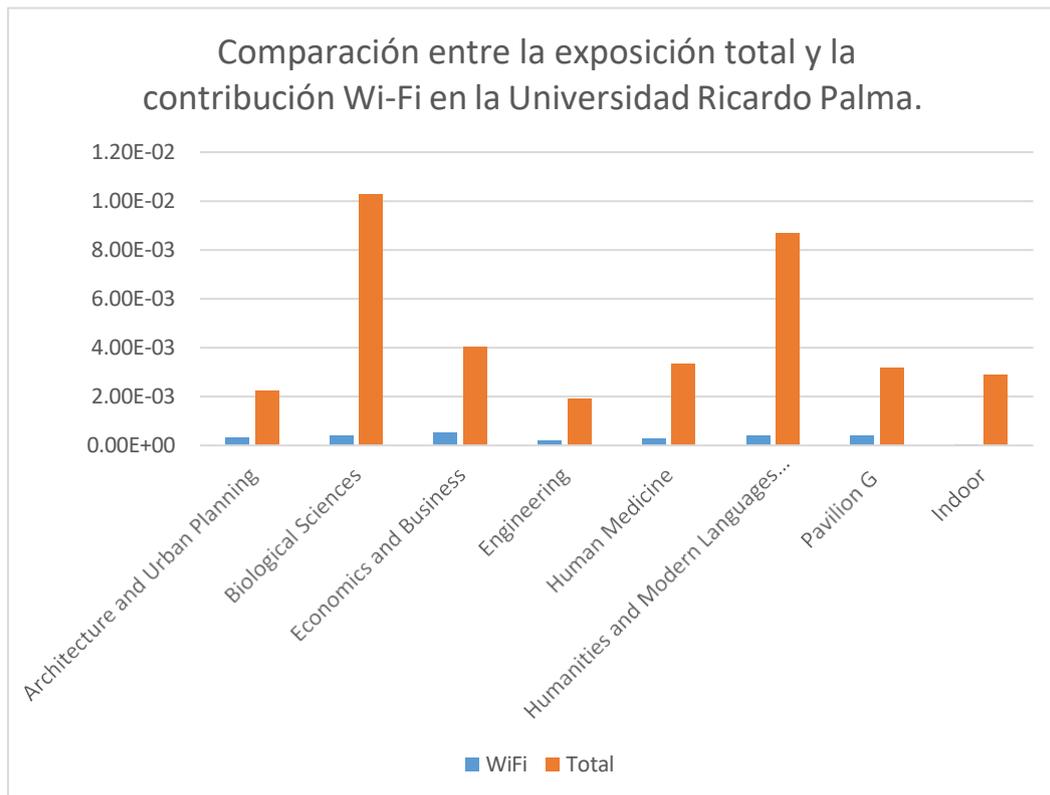


Figura 9. Comparativa de la exposición media total y de la contribución Wi-Fi por facultades y mediciones en interiores (%*)

*El porcentaje es con respecto a los niveles de referencia poblacional del ICNIRP

B. Discusión

En este estudio, se utilizó un exposímetro personal (PEM) para realizar las mediciones y un intervalo de 5 segundos para medir simultáneamente más bandas de frecuencia (20). Fue el mismo intervalo utilizado por Ramírez-Vásquez en la Universidad de Castilla-La Mancha en Albacete, España [25], diferente de los estudios de Ramírez-Vásquez en la Universidad Jordana Alemana, Ammán, Jordania, Sagar et al. [19] en Suiza, y Aminzadeh et al. (2016) [26] en Bélgica, que utilizó un intervalo de 4 segundos entre dos mediciones. También fue diferente con Bhatt et al., (2017) [27] en Melbourne, Australia y Gante, Bélgica, que utilizó un intervalo de 3 segundos.

En la investigación de la Universidad Ricardo Palma, el máximo de la exposición promedio por parte de las facultades a las contribuciones de Wi-Fi 2G y Wi-Fi 5G fue de $1,83 \times 10^{-5}$ y $3,39 \times 10^{-4}$ % respectivamente, los cuales son del mismo orden de los valores encontrados por el estudio de Ramírez-Vásquez et al., (2020) [17] en una universidad de Aman, Jordania (Contribución de Wi-Fi a la exposición media de $3,45 \times 10^{-4}$ % para mediciones puntuales). Ramirez-Vazquez et al., (2023) [25] encontró en una universidad de Albacete, España, una



contribución de 2G y 5G de $6,36 \times 10^{-5}$ y $3,05 \times 10^{-4}$ % respectivamente, que son casi los mismos valores encontrados en el estudio URP.

15. Revisión de los efectos sobre la salud

Por la premura del tiempo para la presentación del Informe Final y por haber presentado ya dos artículos indexados no se presentó esta información. A la fecha se espera terminar en un par de semanas uno de dos artículos de revisión que se van a presentar a revistas indexadas a Scopus, por lo tanto, lo que se presenta es un avance muy corto de parte de lo que se tiene a la fecha.

15.1 Metodología de la Revisión

Este es un artículo producto de una revisión sistemática de la base de datos especializada en campos electromagnético EMF-PORTAL y la base de datos especializada en salud EDUMEd. La plataforma de información en Internet EMF-Portal de la Universidad RWTH de Aquisgrán resume sistemáticamente datos de investigaciones científicas sobre los efectos de los campos electromagnéticos (CEM). Toda la información está disponible tanto en inglés como en alemán. El núcleo del EMF-Portal es una extensa base de datos bibliográfica con un inventario de 39.908 publicaciones y 7.012 resúmenes de estudios científicos individuales sobre los efectos de los campos electromagnéticos [16].

Como guía para la elección de los estudios que fueron parte de la revisión sistemática se utilizó el marco metodológico PECO que incluye la definición de la Población (incluidas las especies animales), la Exposición, el Comparador y los Resultados (PECO). De esta manera el PECO define los objetivos de la revisión o directriz. Además, el PECO informa el diseño del estudio o los criterios de inclusión y exclusión para una revisión, además de facilitar la interpretación de la franqueza de los hallazgos en función de qué tan bien los hallazgos reales de la investigación representan la pregunta original.

Siguiendo los criterios de la metodología PECO

Los criterios de elegibilidad son Título + Resumen + Resultados relevantes; Investigación original + Revisión de pares + Estudios relacionados a Efectos sobre la Salud provenientes de exposición personal o ambiental a RF-EMF, incluida la evaluación de Wi-Fi + Informe de resultados; Población: estudios realizados con la participación estudios de tipo biológico, estudios epidemiológicos, estudios en células, estudios en seres humanos

Exposición: todo tipo de estudios de medición de exposición a RF-EMF en el rango de frecuencia de 9 kHz a 300 GHz, que incluyeron evaluación del nivel de Wi-Fi;

Comparador: estudios de efectos sobre la salud que incluyen evaluación de efectos sobre la salud provenientes de radiación Wi-Fi.



Resultado: estudios que presenten resultados positivos o negativos relacionados a posibles efectos en la salud de las personas

Para la selección de los artículos se escogieron las bases de datos EMF Portal por su relación directa respecto de los campos electromagnéticos y posibles efectos sobre la salud y Pubmed ya que son bases de datos relacionadas con la y la medicina. En sus herramientas de filtrado buscamos lo siguiente: ((Wi-Fi) OR (WiFi)) AND (Health Effects). Además, se exportará aquellos artículos con una antigüedad no mayor a 20 años. De ambos portales se consigue un total de 317 artículos que son exportados a Excel. Complementariamente también se buscan artículos con una antigüedad no mayor a 20 años que cumplan con lo siguiente: ((Wi-Fi) OR (WiFi)) AND (Exposure OR Exposimeter). El resultado fueron 10139 artículos que son también exportados a Excel.

Se aplica un filtro en Excel para seleccionar solo los artículos que contengan las siguientes palabras claves: WiFi, Wi-Fi, exposure, health, effects. Se extraen 4830 artículos. Con una lectura rápida al título de los artículos se seleccionan aquellos que están relacionados con efectos en la salud o que podrían complementar la revisión que se quiere realizar. De esta lectura se extraen 710 artículos que son movidos a una nueva tabla. Finalmente, se leen los resúmenes y se seleccionan solo los que nos son útiles para el objetivo de esta revisión, de este último paso se obtienen 48 artículos que será con los que se trabajará.

Figura 10: Selección y filtrado de los artículos de la base de datos EMF-Portal



● EMF-PORTAL Literature Technology Glossary Effects More

Literature search results

9857 articles were found.

Modify search Citations Items per page 10 Order by Year (newest to oldest)

(year=2003 OR year=2004 OR year=2005 OR year=2006 OR year=2007 OR year=2008 OR year=2009 OR year=2010 OR year=2011 OR year=2012 OR year=2013 OR year=2014 OR year=2015 OR year=2016 OR year=2017 OR year=2018 OR year=2019 OR year=2020 OR year=2021 OR year=2022)

TEAM FUNDING DONATIONS LOGIN LANGUAGE

● EMF-PORTAL Literature Technology Glossary Effects More

Literature search results

9857 articles were found.

Modify search Citations Items per page 10 Order by Year (newest to oldest)

2023, Vöröslakos M, Yaghmazadeh O, Alon L, Sodickson DK, Buzsáki G
Brain-implanted conductors amplify radiofrequency fields in rodents: Advantages and risks [dev/impl].
Bioelectromagnetics [in press]

2023, Meerbothe TG, Meliado EF, Stijnman PRS, van den Berg CAT, Mandija S
A database for MR-based electrical properties tomography with in silico brain data - ADEPT [tech./dosim].
Magn Reson Med [in press]

2023

Elaboración propia.

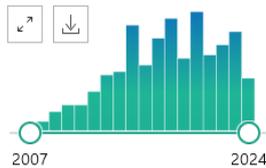
Figura 11: Selección y filtrado de los artículos de la base de datos PubMed

MY NCBI FILTERS

282 results

Page 1 of 29

RESULTS BY YEAR



Radiofrequency electromagnetic radiation from **Wi-fi** and its effects on human health, in particular children and adolescents. Review.
Cite Magiera A, Solecka J.
Rocz Panstw Zakl Hig. 2020;71(3):251-259. doi: 10.32394/rpzh.2020.0125.
Share PMID: 32938167 [Free article](#). [Review](#).
Due to the much lower output power of devices using **Wi-Fi** compared to mobile phones, the degree of **exposure** to radiation is also lower. ...Similar to the research related to the impact of mobile telephony on human health, the studies conducted until now focus

Los resultados fueron exportados a una tabla de Excel donde filtramos los estudios que contengan solo las siguientes palabras claves: WIFI, Wi-Fi, Health, Effects, Exposure.

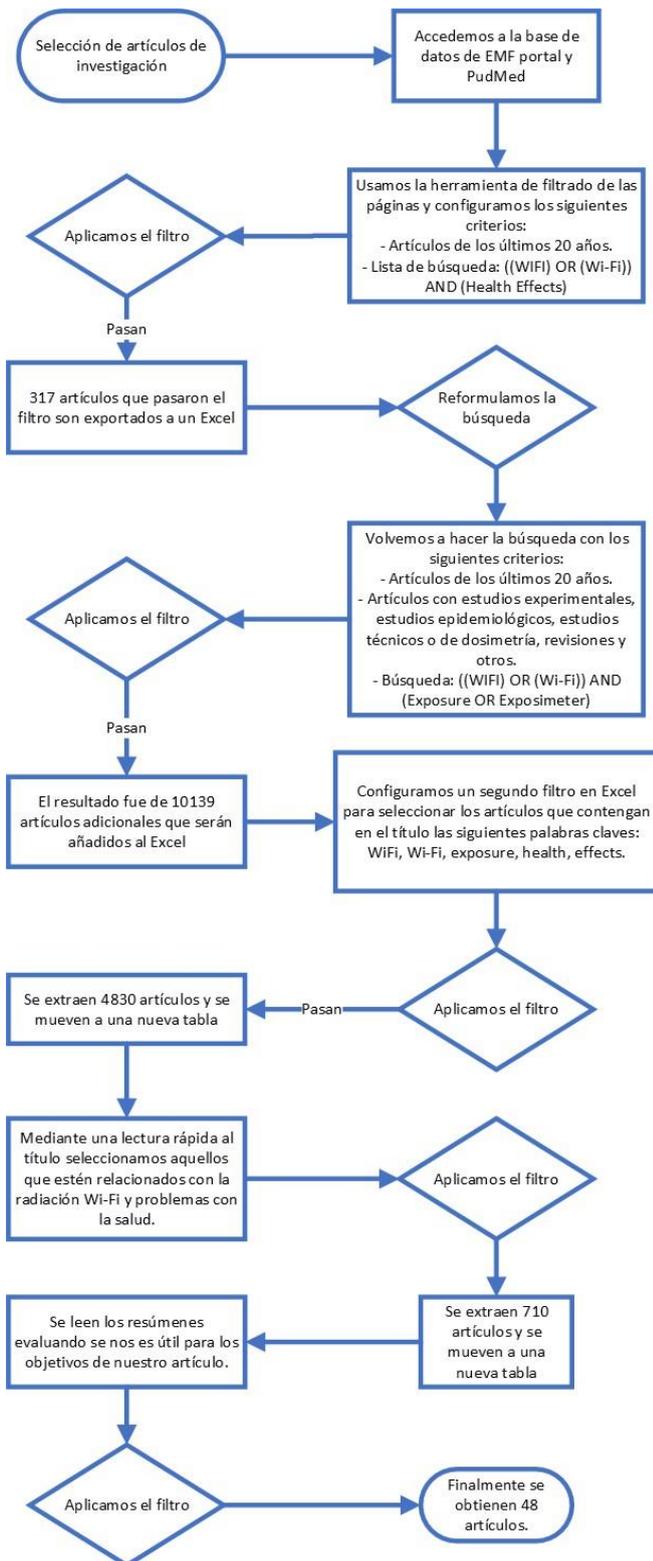
La lista de artículos se redujo a 4830 artículos:

Figura 12: Resultado final de la selección y filtrado de artículos.

4534	Wireless Power transmission. An assessment of technology potential and risk
4535	Wireless Powering Efficiency of Deep-Body Implantable Devices
4536	Wireless resonant energy link for pulse generators implanted in the chest
4537	Wireless technologies and patient safety in hospitals
4538	Wireless technologies, non-ionizing electromagnetic fields and children: Identifying and reducing health risks
4539	Wireless technology and health outcomes: Evidence and review. Are there human health effects related to the use of wireless internet technology (Wi-Fi)?
4540	Wireless technology in the ICU: boom or ban?
4541	Wireless technology is an environmental stressor requiring new understanding and approaches in health care
4542	Wireless Wearables and Implants: A Dosimetry Review
4543	Wireless, Battery-Free, and Fully Implantable Micro-Coil System for 7 T Brain MRI
4544	Wirelessly Heating Stents via Radiofrequency Resonance toward Enabling Endovascular Hyperthermia
4545	Workers exposure to cell phone radiations
4546	Workgroup report: base stations and wireless networks-radiofrequency (RF) exposures and health consequences
4547	World Health Organization, radiofrequency radiation and health - a hard nut to crack (Review)
4548	Worst case temperature rise in a one-dimensional tissue model exposed to radiofrequency radiation
4549	XMobileSensePlus: An updated application for the assessment of human exposure to RF-EMFs
4550	Yes the Children are more exposed to radio-frequency energy from mobile telephones than adults
4551	Zebrafish Larval Melanophores Respond to Electromagnetic Fields Exposure

Elaboración propia.

Figura 13: Diagrama de flujo del filtrado de artículos:



Adjuntamos el archivo Excel con la revisión de los 48 artículos que quedaron después de todo el proceso de filtraje:



En el Anexo 5 Tabla 5.1 se muestran los resultados del análisis resumido.

De los 48 estudios seleccionados 1 de ellos no tenía un resultado relevante al análisis realizado. De los 47 restantes y 29 no señalan resultados adversos y 18 indican resultados adversos para la salud humana. De estos 18 estudios, 15 indican resultados adversos relacionados con el estrés oxidativo, 01 señala efectos de enfermedad neuro degenerativa y 03 señalan efectos sobre la reproducción.

Discusión

En términos generales esta revisión sistemática muestra que la mayoría de estudios indican que no hay efectos negativos sobre la salud sin embargo entre los estudios que concluyen efectos negativos consistentemente se señalan efectos relacionados al estrés oxidativo. Por un lado Wilke, 2018 realizó una revisión de más de 100 artículos sobre efectos en la salud de las radiaciones de 2.4 GHz de los sistemas Wi-Fi. De manera general concluye que se documentan daños a la fertilidad, efectos sobre el EEG y las funciones cerebrales en ADN y desarrollo del cáncer, efectos en el corazón, hígado, tiroides, expresión genética, ciclo celular, membrana celular, bacterias y plantas. Muchos estudios identifican el estrés celular oxidativo como el mecanismo de acción. Asimismo señalan consecuencias negativas en el aprendizaje, la memoria, la atención y el comportamiento son el resultado de efectos tóxicos para las células. En comparación con nuestro estudio el estrés oxidativo como mecanismo de acción es altamente coincidente en ambos, también los daños sobre el sistema reproductivo. Por otro lado la revisión sistemática realizada por Dongus, 2022 sobre 23 artículos concluye que numerosos resultados que van desde marcadores biológicos hasta síntomas se encontraron que en su mayoría no estaban asociados con la exposición a Wi-Fi. Los hallazgos esporádicos no fueron consistentes en términos de resultados o asociaciones exposición-respuesta y no sugieren efectos perjudiciales para la salud debido a la exposición Wi-Fi. Por debajo de los límites regulatorios al igual que Foster, 2021 quien concluye que la literatura más amplia sobre bioefectos y la teoría mecanicista no proporcionan ninguna base para anticipar cualquier efecto biológico de la exposición a Wi-Fi en los usuarios, sin embargo señala que la literatura especializada sobre radiaciones Wi-Fi considerada separadamente de la literatura sobre efectos en la salud debido a las radiofrecuencias en general es escasa.

Finalmente las revisiones realizadas por los entes estandarizadores más importantes a nivel mundial ICNIRP, 2020 e IEEE, 2020 señalan que no hay efectos debido a la exposición a largo plazo a radiaciones de radiofrecuencia por debajo de los límites de exposición establecidos.

Conclusiones y recomendaciones generales

- Las mediciones puntuales realizadas en la Universidad Ricardo Palma (URP) con exposímetros personales han demostrado ser muy útiles para realizar mediciones en áreas más grandes que las mediciones puntuales, con una interesante compensación entre factores técnicos y económicos. En el futuro podrían aplicarse esta experiencia en la realización de la evaluación de exposición para estudios epidemiológicos.



- Todas las mediciones realizadas en la URP estuvieron muy por debajo de los límites internacionales, como en otros estudios a nivel mundial.
- En el estudio realizado en la URP. como en la mayoría de los estudios, el mayor contribuyente a la exposición total fueron los servicios de radiodifusión. Las segundas contribuyentes fueron las estaciones base de telefonía móvil.
- La exposición de los teléfonos móviles en este estudio estuvo muy por debajo de la exposición de las estaciones base de telefonía móvil, como lo fue en varios estudios realizados en todo el mundo.
- Los niveles de exposición a sistemas Wi-Fi en la URP tuvieron niveles pequeños tanto en ambientes exteriores como en interiores. En la Fig. 5 se muestra la exposición media del público general (%) para entornos exteriores por bandas de frecuencia principales. La contribución de Wi-Fi 2G y Wi-Fi 5G fue de $1,83 \times 10^{-5} \%$ y $3,39 \times 10^{-4} \%$, respectivamente.
- De la revisión sistemática realizada se encuentra que la mayoría de estudios no señalan resultados adversos; pero hay 18 que indican resultados adversos para la salud humana. La mayoría de ellos un total de 15 indican como mecanismo de acción el estrés oxidativo y 03 señalan efectos sobre la reproducción.
- Esta revisión tiene como objetivo contribuir a las grandes revisiones realizadas por los entes estandarizadores cada cierto tiempo para analizar la evidencia científica sobre efectos en la salud
- En el corto y mediano plazo los niveles medidos en la URP pueden asegurar que el público en general: alumnos, profesores, personal administrativo y visitantes a los ambientes de la sede de la URP en Surco no están expuestos a niveles de radiación Wi-Fi por encima de los límites máximos permisibles, lo que garantiza que no tengan efectos negativos sobre su salud, de acuerdo al estado del arte de las investigaciones sobre salud y radiaciones Wi-Fi

14.0. Referencias

Danker-Hopfe H., Bueno-Lopez A., Dorn H., Schmid G., Hirtl R., Eggert T. (2020). Spending the night next to a router – Results from the first human experimental study investigating the impact of Wi-Fi exposure on sleep

International Journal of Hygiene and Environmental Health, 228, art. no. 113550.
<https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113550>



Dongus, S., Jalilian, H., Schürmann, D., Rösli, M. (2022). Health effects of Wi-Fi radiation: a review based on systematic quality evaluation. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 52(19), 3547–3566. <https://doi.org/10.1080/10643389.2021.1951549>

Farah Hanan Fathihah J., Khairul O., Nur Hilwani I., Kok-Yong C., Siti Fatimah I. (2019). Adverse Effects of Wi-Fi Radiation on Male Reproductive System:

A Systematic Review. *Tohoku J. Exp. Med.*, 248 (3), 169-179. doi: 10.1620/tjem.248.169

Guxens, M., Vermeulen, R., Steenkamer, I., Beekhuizen, J., G.M. Vrijkotte, T., Kromhout, H., Huss, A. (2018). Radiofrequency electromagnetic fields, screen time, and emotional and behavioural problems in 5-year-old children. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 222 (2), 188-194. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.09.006>

Hassanshahi, A., Shafeie, S.A., Fatemi, I., Hassanshahi, E., Mohammad Allahtavakoli, M., Mohammad Shabani, M., Roohbakhsh, A., Shamsizadeh, M. (2017). The effect of Wi-Fi electromagnetic waves in unimodal and multimodal object recognition tasks in male rats. *Neurol Sci*, 38(6), 1069-1076. doi 10.1007/s10072-017-2920-y

Kamali, K., Taravati, A., Sayyadi, S., Fatemeh zahra Gharib, F.Z., Maftoon, H. (2018). Evidence of oxidative stress after continuous exposure to Wi-Fi radiation in rat model. *Environ Sci Pollut Res Int*, 25(35), 35396-35403. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3482-0>

Nkem Iyare, R., Volskiy, V., Vandenbosch, G.A.E. (2019). Study of the electromagnetic exposure from mobile phones in a city like environment: The case study of Leuven, Belgium. *Environmental Research*. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.05.029>

Pall, M.L. (2018). Wi-Fi is an important threat to human health. *Environmental Research* 164, 405–416. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.035>

Ramirez-Vazquez, R., Escobar, I., Guy A.E. Vandenbosch, G.A.E., Vargas, F., Caceres-Monllor, D.A., Arribas, E. (2023). Measurement studies of personal exposure to radiofrequency electromagnetic fields: A systematic review. *Environmental Research*, 218. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114979>

Ramirez-Vazquez, R., Escobar, I., Martinez-Plaza, A., Arribas, E. (2023). Comparison of personal exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields from Wi-Fi in a Spanish university over three years. *Science of The Total Environment* 858(3). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160008>

Ramirez-Vazquez, R., Escobar, I., Vandenbosch, G.A.E., Vargas, F., Caceres-Monllor, D.A., Arribas, E., (2023). Measurement studies of personal exposure to radiofrequency



electromagnetic fields: A systematic review Environmental Research 218.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114979>

Tök L., Nazıroğlu M., Doğan S., Kahya M.C., Tök Ö. Effects of melatonin on Wi-Fi-induced oxidative stress in lens of rats. Indian J Ophthalmol 2014;62:12-5. doi:10.4103/0301-4738.126166

Trejo-Alarcón, J.E., Mendoza-Romero, I.S., Vera Marín, M.A., Morán González, B.D. (2021). Medición de campos magnéticos generados por equipos eléctricos y electrónicos en un centro de estudios superiores. Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento, 249-255. doi: 10.26820/recimundo/6.(1).ene.2022.249-255

Wilke, I. (2018). Biologische und pathologische Wirkungen der Strahlung von 2.45 GHz auf Zellen, Fruchtbarkeit, Gehirn und Verhalten. Umwelt · medizin · gesellschaft 31 (3)

Yildirim , M.E., Kaynar , M., Badem , H., Cavis , M., Karatas , O.F., Cimentepe , E..(2015). What is harmful for male fertility; cell phone or the wireless internet?. Kaohsiung Journal of Medical Sciences (2015) xx, 1e5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.kjms.2015.06.006>

Ramirez-Vazquez, R., Escobar, I., Guy A.E. Vandenbosch, G.A.E., Vargas, F., Caceres-Monllor, D.A., Arribas, E. (2023). Measurement studies of personal exposure to radiofrequency electromagnetic fields: A systematic review. Environmental Research, 218. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114979>

15.0. Artículos publicados en revistas indizadas

15.1. Artículo indizado N° 1 (*plazo de presentación del 01 de junio al 30 de junio de 2023*)

a) Nombre del artículo científico y autor/es cuyo contenido debe corresponder con el Proyecto de Investigación de la Universidad Ricardo Palma a su cargo, aprobado el presente año.

Niveles Exposición a Campos Electromagnéticos de los Sistemas Wi-Fi Medidos en el Mundo y Latinoamérica. Revisión

b) Captura de pantalla del resultado de la búsqueda del artículo científico en las bases de datos de Scopus, Web Of Science, SciELO o Latindex 2.0.



BÚSQUEDA BÁSICA DE REVISTAS

RESULTADOS AGRUPADOS

PAISES
Perú (1)

IDIOMAS
Español (1)

TEMAS
Ciencias de la Ingeniería (1)
Multidisciplinarias (1)

Búsqueda por: 2519-5719

1 revistas vigentes

Imprimir Enviar por correo Exportar: CSV JSON XML

Título	País	Editorial	e-ISSN	ISSN	Subtemas	Cat 2.0
Perfiles de Ingeniería	Perú	Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería	2519-5719	1996-6660	Ingeniería, Multidisciplinarias	🔍

Síguenos en: FAQ | Ayuda Licencia | Privacidad

Hecho en México, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Todos los derechos reservados 1997-2022. Esta página puede ser reproducida con fines no lucrativos, siempre y cuando no se mutile y se cite la fuente completa y su dirección electrónica. De otra forma, se requiere permiso previo de la institución por escrito. [Mapa del sitio](#) | [Créditos](#)

Aviso: El sistema Latindex se reserva el derecho de registrar revistas en su Directorio y de calificar revistas en su Catálogo, de acuerdo con las políticas documentadas en sus manuales y metodología, basadas en criterios exclusivamente académicos y profesionales. Latindex realiza la clasificación de la naturaleza

c) Captura de pantalla del artículo científico publicado en la revista indizada, donde deberá encontrarse:

- El nombre completo del/a autor/a/es del artículo científico.
- La fecha de publicación del artículo.
- El volumen, número e ISSN de la revista.

ELECTRÓNICA

Victor Cruz Ometta, Jorge Ubillus Gonzales, Julio González Prado
Milton Peña Calero

ISSN impreso 1996-6660 / ISSN online 2519-5719
DOI: <https://doi.org/10.31381/perfilesingenieria.v20i20.6315>

NIVELES EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS DE LOS SISTEMAS WI-FI MEDIDOS EN EL MUNDO Y LATINOAMÉRICA. REVISIÓN

EXPOSURE LEVELS TO ELECTROMAGNETIC FIELDS OF WI-FI SYSTEMS MEASURED IN THE WORLD AND LATIN AMERICA. A REVIEW

Victor Manuel Cruz Ometta, Jorge Paul Ubillus Gonzales, Julio González Prado
Milton Marcelo Peña Calero
Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

RECIBIDO: 20 de septiembre de 2023.
ACEPTADO: 30 de noviembre de 2023.

RESUMEN
Existen **antecedentes** de diversos estudios de los campos electromagnéticos (CEM) Wi-Fi desde el ámbito de la salud y

ABSTRACT
There are antecedents of various studies of Wi-Fi electromagnetic fields (EMF) from the field of health and



d) Enlace para descargar el artículo científico publicado en la revista indizada:

https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Perfiles_Ingenieria/article/view/6315

a) **Artículo indizado N° 2** Nombre del artículo científico y autor/es cuyo contenido debe corresponder con el Proyecto de Investigación de la Universidad Ricardo Palma a su cargo, aprobado el presente año.

Evaluation of exposure to Wi-Fi radiofrequency fields in indoor and outdoor environments in the Ricardo Palma University campus, Lima, Peru, using a personal exposimeter

Víctor Cruz Ornetta*1, Jorge Ubillús Gonzales1, Julio Gonzalez Prado1, Milton Peña

b) Captura de pantalla del artículo científico publicado en la revista indizada, donde deberá encontrarse:

- El nombre completo del/a autor/a/es del artículo científico.
- La fecha de publicación del artículo.
- El volumen, número e ISSN de la revista.



En esta edición, queremos resaltar proyectos innovadores y prácticas sostenibles que están cambiando el panorama de la Ingeniería. Desde tecnologías emergentes en la construcción hasta el uso de inteligencia artificial para optimizar procesos, nuestros artículos abordan cómo los ingenieros están utilizando su creatividad y conocimientos científicos para abordar problemas complejos.

DOI: https://doi.org/10.2022/perfiles_ingenieria.v1i02

Publicado 2024-04-02

Datos de la Revista

ISSN: 1975-0600
E-ISSN: 2219-0707
Formato electrónico / Acceso abierto
Frecuencia: publicación semestral / publicados anticipadamente
Revisión por pares: doble ciego
Cobros por publicación: no

Perfiles De Ingeniería cuenta con las Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Número completo

[Número completo](#)

Editorial

Editorial

Teresa Francisca Salinas Camero

05-07

[PDF](#) [HTML](#)

Mensaje del Editor

Félix Romero Ravello

05-07

[PDF](#) [HTML](#)

Presentación del número

Santiago Flores Rojas Tuys

05-07

[PDF](#) [HTML](#)

Ingeniería Civil

Evaluación de pigmentos fotocatalíticos para la mejora de las propiedades físico-químicas del concreto

Bethy Joni Vargas Chang, Jesús Herán Pastor Cervero

05-07

[PDF](#) [HTML](#)

Gestión ecológica para la protección de las instalaciones y equilibrio hídrico en el poblado Chacarilla del río Magdalena

Manuel Alejandro Custodio Salas, Lucy Gabriela Ayala Prado, César Rojas Hernández, Percy Raúl Castro Vásquez, Gustavo Ambascano Quiroz, Malique López Silva

05-07

[PDF](#) [HTML](#)

Incorporación del modelo Lean Construction para mejorar la gestión del tiempo en proyectos de construcción

Margarita Muñoz Manrique, Junior Javier Lenara Carreras

05-07

[PDF](#) [HTML](#)

Protección para los márgenes del río Mochi: estructura sostenible

Fabian Alberto Alva Rodríguez, Karen Celeste Guzman Chupulaguma, Karla Sofía Fernández Solórzano, Anyela Camila Saravia Torres, Marco Ademir Morales Virhua, Malique López Silva

05-07

[PDF](#) [HTML](#)

Uso del ensayo penetrómetro de corno en la determinación de la resistencia al corno en obra de muelles artificiales бласcos de la Región San Martín, Perú

Miriam Rocanna Becerra Adelfina, Marco Antonio Hernández Aguilan, César Giancarlo Rojas Llacar

05-07

[PDF](#) [HTML](#)

Ingeniería Electrónica

Evaluation of exposure to RF-EMF radiofrequency fields in indoor and outdoor environments in the Ricardo Palma University campus, Lima, Peru, using a personal exposimeter

Victor Manuel Cruz Ornelas, Jorge Raúl Urbina Gonzalez, Julio César González Prado, Milton Marcelo Peña Casero, Manuel Enrique Ibarra Pardo Rondon

05-07

[PDF](#) [HTML](#)

Flow sweep using FPGA technology

Pedro Selencio Lancheta Herrera

05-07

[PDF](#) [HTML](#)

Low transconductance OTA design with extended linear range and its application in EEG signals

Francisco Renato Campaña Valcarenna

05-07

[PDF](#) [HTML](#)

Ingeniería Industrial

Enviar artículo

1. Guía de registro para autores en el OJS.
2. Lista de comprobación para la preparación de envíos.
3. Normas para los autores.

Avisos

Convocatoria para el N° 21 (junio 2024)

Está abierta la Convocatoria para publicación de artículos en el N° 20 (2023-4)

Perfiles de Ingeniería se encuentra incluida en los siguientes índices:



N2024-01022

Redes Sociales

La revista se encuentra en las siguientes redes sociales:

Manuscrito

Academia.edu

LinkedIn

Twitter

Blog

Formatos

- Formato 1 - Datos de autores.
- Formato 2 - Declaración Jurada sobre originalidad y autorización para la publicación de artículos.
- Formato 3 - Conformidad con la ciencia abierta.
- Anexo 2 - Formato de revisión por pares ciegos.

Contador de visitas

51192

Información

- Para lectores/as
- Para autores/as
- Para bibliotecarios/as



Evaluation of exposure to Wi-Fi radiofrequency fields in indoor and outdoor environments in the Ricardo Palma University campus, Lima, Peru, using a personal exposimeter

Evaluación de la exposición a campos de radiofrecuencia Wi-Fi en ambientes interiores y exteriores en el campus de la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, utilizando un exposímetro personal

Víctor Cruz Ornetta, Jorge Ubillús Gonzales, Julio González Prado, Milton Marcelo Peña Calero, Manuel Enrique Isaías Pardo Rendon

RECIBIDO: 26 de abril de 2024.

ACEPTADO: 03 de junio de 2024.

Abstract

The objective of this study was to make an evaluation of Wi-Fi radiofrequency fields in campus of Ricardo Palma University in the Surco district, Lima, Perú using personal exposure meters. To carried it out a literature review was first made, then the location of the environments was defined. In total 96 outdoor and 10 indoor environments were selected. Subsequently, the exposure meter including the proprietary software for data processing was tested. The maximum contribution of Wi-Fi 2G and Wi-Fi 5G for outdoor environments by main frequency bands to average exposure were 1.83×10^{-6} and 3.39×10^{-5} W/m² respectively and the maximum contribution of Wi-Fi 2G and Wi-Fi 5G for indoor environments by main frequency bands to average exposure were 1.33×10^{-6} and 2.96×10^{-6} W/m² respectively. Based on the ICNIRP 1998 limits, the exposure quotients were also obtained the maximum contribution of Wi-Fi 2G and Wi-Fi 5G for outdoor environments by main frequency bands to average exposure were 1.83×10^{-5} and 3.39×10^{-4} % respectively and the maximum contribution of Wi-Fi 2G and Wi-Fi 5G for indoor environments by main frequency bands to average exposure were 1.33×10^{-5} and 2.96×10^{-5} % respectively. In conclusion, all measurements made were well below international limits, for outdoor and indoor environments the largest contributor to total exposure was broadcasting services, the second largest were mobile phone base stations, for outdoor environments the third largest was Wi-Fi 5G and mobile phone handsets exposure was well below that of mobile phone base stations and for indoor environments the third largest was mobile handsets and the last one was Wi-Fi.

Keywords: electromagnetic field, non-ionizing radiation, radiofrequency field, exposimeter, microenvironment.

Cómo citar

V. Cruz Ornetta, J. Ubillús Gonzales, J. González Prado, M. M. Peña Calero, y M. E. I. Pardo Rendon, «Evaluation of exposure to Wi-Fi radiofrequency fields in indoor and outdoor environments in the Ricardo Palma University campus, Lima, Peru, using a personal exposimeters», *Perfiles Ingenieria*, vol. 20, n.º 21, p. 21, pp. 111-135, jun. 2024.

Resumen

El objetivo de este estudio fue realizar una evaluación de los campos de radiofrecuencia Wi-Fi en el campus de la Universidad Ricardo Palma en el distrito de Surco, Lima, Perú, utilizando exposímetros personales. Para esto, primero se realizó una revisión de la literatura, luego se definió la ubicación de los ambientes. En total, se seleccionaron 96 ambientes exteriores y 10 interiores. Posteriormente, se probó el exposímetro incluyendo el software propietario para el procesamiento de datos. La contribución máxima de Wi-Fi 2G y Wi-Fi 5G para ambientes exteriores por bandas de frecuencia principales a la exposición promedio fueron 1.83×10^{-6} y 3.39×10^{-5} W/m² respectivamente y la contribución máxima de Wi-Fi 2G y Wi-Fi 5G para ambientes interiores por bandas de frecuencia principales a la exposición promedio fueron 1.33×10^{-6} y 2.96×10^{-6} W/m² respectivamente. Con base en los límites ICNIRP 1998, también se obtuvieron los cocientes de exposición, la contribución máxima de Wi-Fi 2G y Wi-Fi 5G para entornos exteriores por bandas de frecuencia principales a la exposición promedio fueron 1.83×10^{-5} y 3.39×10^{-4} % respectivamente y la contribución máxima de Wi-Fi 2G y Wi-Fi 5G para entornos interiores por bandas de frecuencia principales a la exposición promedio fueron 1.33×10^{-5} y 2.96×10^{-5} % respectivamente. En conclusión, todas las mediciones realizadas estuvieron muy por debajo de los límites internacionales, para entornos exteriores e interiores el mayor contribuyente a la exposición total fueron los servicios de radiodifusión, el segundo más grande fueron las estaciones base de telefonía móvil, para entornos exteriores el tercero más grande fue Wi-Fi 5G y la exposición de los teléfonos móviles fue muy inferior a la de las estaciones base de telefonía móvil y para entornos interiores el tercero más grande fueron los teléfonos móviles y el último fue Wi-Fi.

Palabras clave: campo electromagnético, radiación no ionizante, campo de radiofrecuencia, exposímetro, microambiente.

© Los autores. Este artículo Open Access está publicado bajo la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC-BY 4.0)



https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Perfiles_Ingenieriarevista

perfilesing@urp.edu.pe

a) Enlace para descargar el artículo científico publicado en la revista indizada:

<https://doi.org/10.31381/perfilesingenieria.v20i21.6726>



16.0. Referencias:

Aït-Aïssa S, B. Billaudel, F. Poullétier de Gannes, A. Hurtier, E. Haro, et al.. In situ detection of gliosis and apoptosis in the brains of young rats exposed in utero to a Wi-Fi signal. *Comptes Rendus. Physique*, 2010, 11 (9-10), pp.592-601. [10.1016/j.crhy.2010.10.005](https://doi.org/10.1016/j.crhy.2010.10.005). [hal-00573750](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00573750)

Aït-Aïssa S, Billaudel B, Poullétier de Gannes F, Ruffié G, Duleu S, Hurtier A, Haro E, Taxile M, Athané A, Geffard M, Wu T, Wiart J, Bodet D, Veyret B, Lagroye I. In utero and early-life exposure of rats to a Wi-Fi signal: screening of immune markers in sera and gestational outcome. *Bioelectromagnetics*. 2012 Jul;33(5):410-20. doi: 10.1002/bem.21699. Epub 2012 Jan 6. PMID: 22228576.

Aït-Aïssa S, de Gannes FP, Taxile M, Billaudel B, Hurtier A, Haro E, Ruffié G, Athané A, Veyret B, Lagroye I. In situ expression of heat-shock proteins and 3-nitrotyrosine in brains of young rats exposed to a WiFi signal in utero and in early life. *Radiat Res*. 2013 Jun;179(6):707-16. doi: 10.1667/RR2995.1. Epub 2013 May 10. PMID: 23662649.

Akar A, Karayığit MÖ, Bolat D, Gültiken ME, Yarim M, Castellani G. Effects of low level electromagnetic field exposure at 2.45 GHz on rat cornea. *Int J Radiat Biol*. 2013 Apr;89(4):243-9. doi: 10.3109/09553002.2013.754557. Epub 2013 Jan 4. PMID: 23206266.

Banaceur S, Banasr S, Sakly M, Abdelmelek H. Whole body exposure to 2.4 GHz WIFI signals: effects on cognitive impairment in adult triple transgenic mouse models of Alzheimer's disease (3xTg-AD). *Behav Brain Res*. 2013 Mar 1;240:197-201. doi: 10.1016/j.bbr.2012.11.021. Epub 2012 Nov 27. PMID: 23195115.

H. Bektas et al. Comparison of effects of 2.4 GHz Wi-Fi and mobile phone exposure on human placenta and cord blood. *Biotechnol. Biotechnol. Equip.* (2020)

Bueno-Lopez A, Eggert T, Dorn H, Schmid G, Hirtl R, Danker-Hopfe H. Effects of 2.45 GHz Wi-Fi exposure on sleep-dependent memory consolidation. *J Sleep Res*. 2021 Aug;30(4):e13224. doi: 10.1111/jsr.13224. Epub 2020 Nov 9. PMID: 33166026.

Chauhan P, Verma HN, Sisodia R, Kesari KK. Microwave radiation (2.45 GHz)-induced oxidative stress: Whole-body exposure effect on histopathology of Wistar rats. *Electromagn Biol Med*. 2017;36(1):20-30. doi: 10.3109/15368378.2016.1144063. Epub 2016 Jun 30. PMID: 27362544.

Çiftçi ZZ, Kızıoğlu Z, Nazıroğlu M, Özmen Ö. Effects of prenatal and postnatal exposure of Wi-Fi on development of teeth and changes in teeth element concentration in rats. [corrected]. *Biol Trace Elem Res*. 2015 Feb;163(1-2):193-201. doi: 10.1007/s12011-014-0175-5. Epub 2014 Nov 14. Erratum in: *Biol Trace Elem Res*. 2015 Mar;164(1):164. doi: 10.1007/s12011-015-0235-5. PMID: 25395122.

Çiğ B, Nazıroğlu M. Investigation of the effects of distance from sources on apoptosis, oxidative stress and cytosolic calcium accumulation via TRPV1 channels induced by mobile phones and Wi-Fi in breast cancer cells. *Biochim Biophys Acta*. 2015 Oct;1848(10 Pt B):2756-65. doi: 10.1016/j.bbmem.2015.02.013. Epub 2015 Feb 19. PMID: 25703814.

Danker-Hopfe H, Bueno-Lopez A, Dorn H, Schmid G, Hirtl R, Eggert T. Spending the night next to a router - Results from the first human experimental study investigating the impact of Wi-Fi exposure on sleep. *Int J Hyg Environ Health*. 2020 Jul;228:113550. doi: 10.1016/j.ijheh.2020.113550. Epub 2020 May 11. PMID: 32408065.



Dasdag S, Taş M, Akdag MZ, Yegin K. Effect of long-term exposure of 2.4 GHz radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi equipment on testes functions. *Electromagn Biol Med*. 2015 Mar;34(1):37-42. doi: 10.3109/15368378.2013.869752. Epub 2014 Jan 24. PMID: 24460421.

Dasdag S, Akdag MZ, Erdal ME, Erdal N, Ay OI, Ay ME, Yilmaz SG, Tasdelen B, Yegin K. Effects of 2.4 GHz radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi equipment on microRNA expression in brain tissue. *Int J Radiat Biol*. 2015 Jul;91(7):555-61. doi: 10.3109/09553002.2015.1028599. Epub 2015 May 20. PMID: 25775055.

Gupta SK, Mesharam MK, Krishnamurthy S. Electromagnetic radiation 2450 MHz exposure causes cognition deficit with mitochondrial dysfunction and activation of intrinsic pathway of apoptosis in rats. *J Biosci*. 2018 Jun;43(2):263-276. PMID: 29872015.

Hassanshahi A, Shafeie SA, Fatemi I, Hassanshahi E, Allahtavakoli M, Shabani M, Roohbakhsh A, Shamsizadeh A. The effect of Wi-Fi electromagnetic waves in unimodal and multimodal object recognition tasks in male rats. *Neurol Sci*. 2017 Jun;38(6):1069-1076. doi: 10.1007/s10072-017-2920-y. Epub 2017 Mar 22. PMID: 28332042.

Hirata A, Kojima M, Kawai H, Yamashiro Y, Watanabe S, Sasaki H, Fujiwara O. Acute dosimetry and estimation of threshold-inducing behavioral signs of thermal stress in rabbits at 2.45-GHz microwave exposure. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2010 May;57(5):1234-42. doi: 10.1109/TBME.2009.2038896. Epub 2010 Feb 17. PMID: 20172806.

Hosseini MA, Hosseini A, Jarideh S, Argasi H, Shekoohi-Shooli F, Zamani A, Taeb S, Haghani M. Evaluating Short-Term Exposure to Wi-Fi Signals on Students' Reaction Time, Short-Term Memory and Reasoning Ability. *Radiat Prot Dosimetry*. 2019 Dec 31;187(3):279-285. doi: 10.1093/rpd/ncz162. PMID: 31251356.

Jafari M, Masoudi E, Sotoudeh N, Hosseini S F. Effects of Heat and WiFi (2.4 GHz) Exposure on Rat Cardiovascular System. *Health Scope*. 2022;11(3):e120282. <https://doi.org/10.5812/jhealthscope-120282>.

Jaffar FHF, Osman K, Hui CK, Zulkefli AF, Ibrahim SF. Long-Term Wi-Fi Exposure From Pre-Pubertal to Adult Age on the Spermatogonia Proliferation and Protective Effects of Edible Bird's Nest Supplementation. *Front Physiol*. 2022 Mar 11;13:828578. doi: 10.3389/fphys.2022.828578. PMID: 35360230; PMCID: PMC8963498.

Kamali K, Taravati A, Sayyadi S, Gharib FZ, Maftoon H. Evidence of oxidative stress after continuous exposure to Wi-Fi radiation in rat model. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2018 Dec;25(35):35396-35403. doi: 10.1007/s11356-018-3482-0. Epub 2018 Oct 21. PMID: 30343375.

Kumar S, Kesari KK, Behari J. The therapeutic effect of a pulsed electromagnetic field on the reproductive patterns of male Wistar rats exposed to a 2.45-GHz microwave field. *Clinics (Sao Paulo)*. 2011;66(7):1237-45. doi: 10.1590/s1807-59322011000700020. PMID: 21876981; PMCID: PMC3148471. Final del formulario

Kuybulu AE, Öktem F, Çiriş İM, Sutcu R, Örmeci AR, Çömlekçi S, Uz E. Effects of long-term pre- and post-natal exposure to 2.45 GHz wireless devices on developing male rat kidney. *Ren Fail*. 2016;38(4):571-80. doi: 10.3109/0886022X.2016.1148937. Epub 2016 Feb 24. PMID: 26905323.



Laudisi F, Sambucci M, Nasta F, Pinto R, Lodato R, Altavista P, Lovisolo GA, Marino C, Pioli C. Prenatal exposure to radiofrequencies: effects of WiFi signals on thymocyte development and peripheral T cell compartment in an animal model. *Bioelectromagnetics*. 2012 Dec;33(8):652-61. doi: 10.1002/bem.21733. Epub 2012 May 3. PMID: 22556007.

Lee S, Johnson D, Dunbar K, Dong H, Ge X, Kim YC, Wing C, Jayathilaka N, Emmanuel N, Zhou CQ, Gerber HL, Tseng CC, Wang SM. 2.45 GHz radiofrequency fields alter gene expression in cultured human cells. *FEBS Lett*. 2005 Aug 29;579(21):4829-36. doi: 10.1016/j.febslet.2005.07.063. PMID: 16107253. Principio del formulario

López-Martín E, Jorge-Barreiro FJ, Relova-Quintero JL, Salas-Sánchez AA, Ares-Pena FJ. Exposure to 2.45 GHz radiofrequency modulates calcitonin-dependent activity and HSP-90 protein in parafollicular cells of rat thyroid gland. *Tissue Cell*. 2021 Feb;68:101478. doi: 10.1016/j.tice.2020.101478. Epub 2020 Dec 26. PMID: 33373917.

T. Jorge-Mora, Marcos Alvarez Folgueiras, Jose Manuel Leiro-Vidal, F. J. Jorge-Barreiro, Francisco Ares-Pena, and Maria Elena Lopez-Martin, "Exposure to 2.45 GHz Microwave Radiation Provokes Cerebral Changes in Induction of Hsp-90 α/β Heat Shock Protein in Rat.," *Progress In Electromagnetics Research*, Vol. 100, 351-379, 2010.
doi:10.2528/PIER09102804

Nazıroğlu M, Çelik Ö, Özgül C, Çiğ B, Doğan S, Bal R, Gümral N, Rodríguez AB, Pariente JA. Melatonin modulates wireless (2.45 GHz)-induced oxidative injury through TRPM2 and voltage gated Ca(2+) channels in brain and dorsal root ganglion in rat. *Physiol Behav*. 2012 Feb 1;105(3):683-92. doi: 10.1016/j.physbeh.2011.10.005. Epub 2011 Oct 12. PMID: 22019785.

Nazıroğlu M, Çiğ B, Doğan S, Uğuz AC, Dilek S, Faouzi D. 2.45-Gz wireless devices induce oxidative stress and proliferation through cytosolic Ca²⁺ influx in human leukemia cancer cells. *Int J Radiat Biol*. 2012 Jun;88(6):449-56. doi: 10.3109/09553002.2012.682192. Epub 2012 May 2. PMID: 22489926.

Othman H, López-Furelos A, Leiro-Vidal JM, Ammari M, Sakly M, Abdelmelek H, Salas-Sánchez AA, Ares-Pena F, López-Martín E. Exposure to 2.45 GHz Radiation Triggers Changes in HSP-70, Glucocorticoid Receptors and GFAP Biomarkers in Rat Brain. *Int J Mol Sci*. 2021 May 12;22(10):5103. doi: 10.3390/ijms22105103. PMID: 34065959; PMCID: PMC8151023.

Othman H, López-Furelos A, Leiro-Vidal JM, Ammari M, Sakly M, Abdelmelek H, Salas-Sánchez AA, Ares-Pena F, López-Martín E. Exposure to 2.45 GHz Radiation Triggers Changes in HSP-70, Glucocorticoid Receptors and GFAP Biomarkers in Rat Brain. *Int J Mol Sci*. 2021 May 12;22(10):5103. doi: 10.3390/ijms22105103. PMID: 34065959; PMCID: PMC8151023.

Oni OM, Amuda DB, Gilbert CE. Effect of Radio Frequency Radiation from Wi-Fi devices on human ejaculated semen. *IJRRAS*. 2011;9(2):292-4.

Özorak A, Nazıroğlu M, Çelik Ö, Yüksel M, Özçelik D, Özkaya MO, Çetin H, Kahya MC, Kose SA. Wi-Fi (2.45 GHz)- and mobile phone (900 and 1800 MHz)-induced risks on oxidative stress and elements in kidney and testis of rats during pregnancy and the development of offspring. *Biol Trace Elem Res*. 2013 Dec;156(1-3):221-9. doi: 10.1007/s12011-013-9836-z. Epub 2013 Oct 8. PMID: 24101576.



Papageorgiou CC, Hountala CD, Maganioti AE, Kyprianou MA, Rabavilas AD, Papadimitriou GN, Capsalis CN. Effects of wi-fi signals on the p300 component of event-related potentials during an auditory hayling task. *J Integr Neurosci*. 2011 Jun;10(2):189-202. doi: 10.1142/S0219635211002695. PMID: 21714138.

Pouletier de Gannes F, Taxile M, Duleu S, Hurtier A, Haro E, Geffard M, Ruffié G, Billaudel B, Lévêque P, Dufour P, Lagroye I, Veyret B. A confirmation study of Russian and Ukrainian data on effects of 2450 MHz microwave exposure on immunological processes and teratology in rats. *Radiat Res*. 2009 Nov;172(5):617-24. doi: 10.1667/RR1541.1. PMID: 19883230.

Pouletier de Gannes F, Haro E, Hurtier A, Taxile M, Athane A, Ait-Aissa S, Masuda H, Percherancier Y, Ruffié G, Billaudel B, Dufour P, Veyret B, Lagroye I. Effect of in utero wi-fi exposure on the pre- and postnatal development of rats. *Birth Defects Res B Dev Reprod Toxicol*. 2012 Apr;95(2):130-6. doi: 10.1002/bdrb.20346. Epub 2012 Feb 6. PMID: 22311618.

Pouletier de Gannes F, Billaudel B, Haro E, Taxile M, Le Montagner L, Hurtier A, Ait Aissa S, Masuda H, Percherancier Y, Ruffié G, Dufour P, Veyret B, Lagroye I. Rat fertility and embryo fetal development: influence of exposure to the Wi-Fi signal. *Reprod Toxicol*. 2013 Apr;36:1-5. doi: 10.1016/j.reprotox.2012.11.003. Epub 2012 Nov 23. PMID: 23178895.

Saili L, Hanini A, Smirani C, Azzouz I, Azzouz A, Sakly M, Abdelmelek H, Bouzlama Z. Effects of acute exposure to WIFI signals (2.45GHz) on heart variability and blood pressure in Albinos rabbit. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2015 Sep;40(2):600-5. doi: 10.1016/j.etap.2015.08.015. Epub 2015 Aug 17. PMID: 26356390.

Sakurai T, Kiyokawa T, Narita E, Suzuki Y, Taki M, Miyakoshi J. Analysis of gene expression in a human-derived glial cell line exposed to 2.45 GHz continuous radiofrequency electromagnetic fields. *J Radiat Res*. 2011;52(2):185-92. doi: 10.1269/jrr.10116. Epub 2011 Feb 19. PMID: 21343680.

Sambucci M, Laudisi F, Nasta F, Pinto R, Lodato R, Lopresto V, Altavista P, Marino C, Pioli C. Early life exposure to 2.45GHz WiFi-like signals: effects on development and maturation of the immune system. *Prog Biophys Mol Biol*. 2011 Dec;107(3):393-8. doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2011.08.012. Epub 2011 Sep 9. PMID: 21907730.

Sangun O, Dundar B, Darici H, Comlekci S, Doguc DK, Celik S. The effects of long-term exposure to a 2450 MHz electromagnetic field on growth and pubertal development in female Wistar rats. *Electromagn Biol Med*. 2015 Mar;34(1):63-71. doi: 10.3109/15368378.2013.871619. Epub 2014 Jan 24. PMID: 24460416.

Shokri S, Soltani A, Kazemi M, Sardari D, Mofrad FB. Effects of Wi-Fi (2.45 GHz) Exposure on Apoptosis, Sperm Parameters and Testicular Histomorphometry in Rats: A Time Course Study. *Cell J*. 2015 Summer;17(2):322-31. doi: 10.22074/cellj.2016.3740. Epub 2015 Jul 11. PMID: 26199911; PMCID: PMC4503846.

Schuermann D, Ziemann C, Barekati Z, Capstick M, Oertel A, Focke F, Murbach M, Kuster N, Dasenbrock C, Schär P. Assessment of Genotoxicity in Human Cells Exposed to Modulated Electromagnetic Fields of Wireless Communication Devices. *Genes (Basel)*. 2020 Mar 25;11(4):347. doi: 10.3390/genes11040347. PMID: 32218170; PMCID: PMC7230863.



- Sinha RK. Chronic non-thermal exposure of modulated 2450 MHz microwave radiation alters thyroid hormones and behavior of male rats. *Int J Radiat Biol.* 2008 Jun;84(6):505-13. doi: 10.1080/09553000802085441. PMID: 18470749.
- Tök L, Nazıroğlu M, Doğan S, Kahya MC, Tök O. Effects of melatonin on Wi-Fi-induced oxidative stress in lens of rats. *Indian J Ophthalmol.* 2014 Jan;62(1):12-5. doi: 10.4103/0301-4738.126166. PMID: 24492496; PMCID: PMC3955064.
- Yang XS, He GL, Hao YT, Xiao Y, Chen CH, Zhang GB, Yu ZP. Exposure to 2.45 GHz electromagnetic fields elicits an HSP-related stress response in rat hippocampus. *Brain Res Bull.* 2012 Jul 1;88(4):371-8. doi: 10.1016/j.brainresbull.2012.04.002. Epub 2012 Apr 9. PMID: 22513040.
- Yildirim ME, Kaynar M, Badem H, Cavis M, Karatas OF, Cimentepe E. What is harmful for male fertility: cell phone or the wireless Internet? *Kaohsiung J Med Sci.* 2015 Sep;31(9):480-4. doi: 10.1016/j.kjms.2015.06.006. Epub 2015 Jul 26. PMID: 26362961.
- Yüksel M, Nazıroğlu M, Özkaya MO. Long-term exposure to electromagnetic radiation from mobile phones and Wi-Fi devices decreases plasma prolactin, progesterone, and estrogen levels but increases uterine oxidative stress in pregnant rats and their offspring. *Endocrine.* 2016 May;52(2):352-62. doi: 10.1007/s12020-015-0795-3. Epub 2015 Nov 14. PMID: 26578367.
- Zentai N, Csathó Á, Trunk A, Fiocchi S, Parazzini M, Ravazzani P, Thuróczy G, Hernádi I. No Effects of Acute Exposure to Wi-Fi Electromagnetic Fields on Spontaneous EEG Activity and Psychomotor Vigilance in Healthy Human Volunteers. *Radiat Res.* 2015 Dec;184(6):568-77. doi: 10.1667/RR13896.1. Epub 2015 Nov 24. PMID: 26600173.
- Aït-Aïssa S, B. Billaudel, F. Poullétier de Gannes, A. Hurtier, E. Haro, et al.. In situ detection of gliosis and apoptosis in the brains of young rats exposed in utero to a Wi-Fi signal. *Comptes Rendus. Physique*, 2010, 11 (9-10), pp.592-601. (10.1016/j.crhy.2010.10.005). (hal-00573750)
- Aït-Aïssa S, Billaudel B, Poullétier de Gannes F, Ruffié G, Duleu S, Hurtier A, Haro E, Taxile M, Athané A, Geffard M, Wu T, Wiart J, Bodet D, Veyret B, Lagroye I. In utero and early-life exposure of rats to a Wi-Fi signal: screening of immune markers in sera and gestational outcome. *Bioelectromagnetics.* 2012 Jul;33(5):410-20. doi: 10.1002/bem.21699. Epub 2012 Jan 6. PMID: 22228576.
- Aït-Aïssa S, de Gannes FP, Taxile M, Billaudel B, Hurtier A, Haro E, Ruffié G, Athané A, Veyret B, Lagroye I. In situ expression of heat-shock proteins and 3-nitrotyrosine in brains of young rats exposed to a WiFi signal in utero and in early life. *Radiat Res.* 2013 Jun;179(6):707-16. doi: 10.1667/RR2995.1. Epub 2013 May 10. PMID: 23662649.
- Akar A, Karayığit MÖ, Bolat D, Gültiken ME, Yarim M, Castellani G. Effects of low level electromagnetic field exposure at 2.45 GHz on rat cornea. *Int J Radiat Biol.* 2013 Apr;89(4):243-9. doi: 10.3109/09553002.2013.754557. Epub 2013 Jan 4. PMID: 23206266.
- Banaceur S, Banasr S, Sakly M, Abdelmelek H. Whole body exposure to 2.4 GHz WIFI signals: effects on cognitive impairment in adult triple transgenic mouse models of Alzheimer's disease (3xTg-AD). *Behav Brain Res.* 2013 Mar 1;240:197-201. doi: 10.1016/j.bbr.2012.11.021. Epub 2012 Nov 27. PMID: 23195115.



H. Bektas et al. Comparison of effects of 2.4 GHz Wi-Fi and mobile phone exposure on human placenta and cord blood. *Biotechnol. Biotechnol. Equip.* (2020)

Bueno-Lopez A, Eggert T, Dorn H, Schmid G, Hirtl R, Danker-Hopfe H. Effects of 2.45 GHz Wi-Fi exposure on sleep-dependent memory consolidation. *J Sleep Res.* 2021 Aug;30(4):e13224. doi: 10.1111/jsr.13224. Epub 2020 Nov 9. PMID: 33166026.

Chauhan P, Verma HN, Sisodia R, Kesari KK. Microwave radiation (2.45 GHz)-induced oxidative stress: Whole-body exposure effect on histopathology of Wistar rats. *Electromagn Biol Med.* 2017;36(1):20-30. doi: 10.3109/15368378.2016.1144063. Epub 2016 Jun 30. PMID: 27362544.

Çiftçi ZZ, Kırzioğlu Z, Nazıroğlu M, Özmen Ö. Effects of prenatal and postnatal exposure of Wi-Fi on development of teeth and changes in teeth element concentration in rats. [corrected]. *Biol Trace Elem Res.* 2015 Feb;163(1-2):193-201. doi: 10.1007/s12011-014-0175-5. Epub 2014 Nov 14. Erratum in: *Biol Trace Elem Res.* 2015 Mar;164(1):164. doi: 10.1007/s12011-015-0235-5. PMID: 25395122.

Çiğ B, Nazıroğlu M. Investigation of the effects of distance from sources on apoptosis, oxidative stress and cytosolic calcium accumulation via TRPV1 channels induced by mobile phones and Wi-Fi in breast cancer cells. *Biochim Biophys Acta.* 2015 Oct;1848(10 Pt B):2756-65. doi: 10.1016/j.bbamem.2015.02.013. Epub 2015 Feb 19. PMID: 25703814.

Danker-Hopfe H, Bueno-Lopez A, Dorn H, Schmid G, Hirtl R, Eggert T. Spending the night next to a router - Results from the first human experimental study investigating the impact of Wi-Fi exposure on sleep. *Int J Hyg Environ Health.* 2020 Jul;228:113550. doi: 10.1016/j.ijheh.2020.113550. Epub 2020 May 11. PMID: 32408065.

Dasdag S, Taş M, Akdag MZ, Yegin K. Effect of long-term exposure of 2.4 GHz radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi equipment on testes functions. *Electromagn Biol Med.* 2015 Mar;34(1):37-42. doi: 10.3109/15368378.2013.869752. Epub 2014 Jan 24. PMID: 24460421.

Dasdag S, Akdag MZ, Erdal ME, Erdal N, Ay OI, Ay ME, Yilmaz SG, Tasdelen B, Yegin K. Effects of 2.4 GHz radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi equipment on microRNA expression in brain tissue. *Int J Radiat Biol.* 2015 Jul;91(7):555-61. doi: 10.3109/09553002.2015.1028599. Epub 2015 May 20. PMID: 25775055.

Gupta SK, Mesharam MK, Krishnamurthy S. Electromagnetic radiation 2450 MHz exposure causes cognition deficit with mitochondrial dysfunction and activation of intrinsic pathway of apoptosis in rats. *J Biosci.* 2018 Jun;43(2):263-276. PMID: 29872015.

Hassanshahi A, Shafeie SA, Fatemi I, Hassanshahi E, Allahtavakoli M, Shabani M, Roohbakhsh A, Shamsizadeh A. The effect of Wi-Fi electromagnetic waves in unimodal and multimodal object recognition tasks in male rats. *Neurol Sci.* 2017 Jun;38(6):1069-1076. doi: 10.1007/s10072-017-2920-y. Epub 2017 Mar 22. PMID: 28332042.

Hirata A, Kojima M, Kawai H, Yamashiro Y, Watanabe S, Sasaki H, Fujiwara O. Acute dosimetry and estimation of threshold-inducing behavioral signs of thermal stress in rabbits at 2.45-GHz microwave exposure. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2010 May;57(5):1234-42. doi: 10.1109/TBME.2009.2038896. Epub 2010 Feb 17. PMID: 20172806.



Hosseini MA, Hosseini A, Jarideh S, Argasi H, Shekoohi-Shooli F, Zamani A, Taeb S, Haghani M. Evaluating Short-Term Exposure to Wi-Fi Signals on Students' Reaction Time, Short-Term Memory and Reasoning Ability. *Radiat Prot Dosimetry*. 2019 Dec 31;187(3):279-285. doi: 10.1093/rpd/ncz162. PMID: 31251356.

Jafari M, Masoudi E, Sotoudeh N, Hosseini S F. Effects of Heat and WiFi (2.4 GHz) Exposure on Rat Cardiovascular System. *Health Scope*. 2022;11(3):e120282. <https://doi.org/10.5812/jhealthscope-120282>.

Jaffar FHF, Osman K, Hui CK, Zulkefli AF, Ibrahim SF. Long-Term Wi-Fi Exposure From Pre-Pubertal to Adult Age on the Spermatogonia Proliferation and Protective Effects of Edible Bird's Nest Supplementation. *Front Physiol*. 2022 Mar 11;13:828578. doi: 10.3389/fphys.2022.828578. PMID: 35360230; PMCID: PMC8963498.

Kamali K, Taravati A, Sayyadi S, Gharib FZ, Maftoon H. Evidence of oxidative stress after continuous exposure to Wi-Fi radiation in rat model. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2018 Dec;25(35):35396-35403. doi: 10.1007/s11356-018-3482-0. Epub 2018 Oct 21. PMID: 30343375.

Kumar S, Kesari KK, Behari J. The therapeutic effect of a pulsed electromagnetic field on the reproductive patterns of male Wistar rats exposed to a 2.45-GHz microwave field. *Clinics (Sao Paulo)*. 2011;66(7):1237-45. doi: 10.1590/s1807-59322011000700020. PMID: 21876981; PMCID: PMC3148471. Final del formulario

Kuybulu AE, Öktem F, Çiriş İM, Sutcu R, Örmeci AR, Çömlekçi S, Uz E. Effects of long-term pre- and post-natal exposure to 2.45 GHz wireless devices on developing male rat kidney. *Ren Fail*. 2016;38(4):571-80. doi: 10.3109/0886022X.2016.1148937. Epub 2016 Feb 24. PMID: 26905323.

Laudisi F, Sambucci M, Nasta F, Pinto R, Lodato R, Altavista P, Lovisolo GA, Marino C, Pioli C. Prenatal exposure to radiofrequencies: effects of WiFi signals on thymocyte development and peripheral T cell compartment in an animal model. *Bioelectromagnetics*. 2012 Dec;33(8):652-61. doi: 10.1002/bem.21733. Epub 2012 May 3. PMID: 22556007.

Lee S, Johnson D, Dunbar K, Dong H, Ge X, Kim YC, Wing C, Jayathilaka N, Emmanuel N, Zhou CQ, Gerber HL, Tseng CC, Wang SM. 2.45 GHz radiofrequency fields alter gene expression in cultured human cells. *FEBS Lett*. 2005 Aug 29;579(21):4829-36. doi: 10.1016/j.febslet.2005.07.063. PMID: 16107253. Principio del formulario

López-Martín E, Jorge-Barreiro FJ, Relova-Quintero JL, Salas-Sánchez AA, Ares-Pena FJ. Exposure to 2.45 GHz radiofrequency modulates calcitonin-dependent activity and HSP-90 protein in parafollicular cells of rat thyroid gland. *Tissue Cell*. 2021 Feb;68:101478. doi: 10.1016/j.tice.2020.101478. Epub 2020 Dec 26. PMID: 33373917.

T. Jorge-Mora, Marcos Alvarez Folgueiras, Jose Manuel Leiro-Vidal, F. J. Jorge-Barreiro, Francisco Ares-Pena, and Maria Elena Lopez-Martin, "Exposure to 2.45 GHz Microwave Radiation Provokes Cerebral Changes in Induction of Hsp-90 α / β Heat Shock Protein in Rat.," *Progress In Electromagnetics Research*, Vol. 100, 351-379, 2010. doi:10.2528/PIER09102804

Naziroğlu M, Çelik Ö, Özgül C, Çiğ B, Doğan S, Bal R, Gümral N, Rodríguez AB, Pariente JA. Melatonin modulates wireless (2.45 GHz)-induced oxidative injury through TRPM2 and voltage gated Ca(2+) channels in brain and dorsal root ganglion in rat. *Physiol Behav*. 2012 Feb 1;105(3):683-92. doi: 10.1016/j.physbeh.2011.10.005. Epub 2011 Oct 12. PMID: 22019785.

Naziroğlu M, Ciğ B, Doğan S, Uğuz AC, Dilek S, Faouzi D. 2.45-Gz wireless devices induce oxidative stress and proliferation through cytosolic Ca²⁺ influx in human leukemia cancer cells. *Int J Radiat Biol*. 2012 Jun;88(6):449-56. doi: 10.3109/09553002.2012.682192. Epub 2012 May 2. PMID: 22489926.



Othman H, López-Furelos A, Leiro-Vidal JM, Ammari M, Sakly M, Abdelmelek H, Salas-Sánchez AÁ, Ares-Pena F, López-Martín E. Exposure to 2.45 GHz Radiation Triggers Changes in HSP-70, Glucocorticoid Receptors and GFAP Biomarkers in Rat Brain. *Int J Mol Sci.* 2021 May 12;22(10):5103. doi: 10.3390/ijms22105103. PMID: 34065959; PMCID: PMC8151023.

Othman H, López-Furelos A, Leiro-Vidal JM, Ammari M, Sakly M, Abdelmelek H, Salas-Sánchez AÁ, Ares-Pena F, López-Martín E. Exposure to 2.45 GHz Radiation Triggers Changes in HSP-70, Glucocorticoid Receptors and GFAP Biomarkers in Rat Brain. *Int J Mol Sci.* 2021 May 12;22(10):5103. doi: 10.3390/ijms22105103. PMID: 34065959; PMCID: PMC8151023.

Oni OM, Amuda DB, Gilbert CE. Effect of Radio Frequency Radiation from Wi-Fi devices on human ejaculated semen. *IJRRAS.* 2011;9(2):292-4.

Özorak A, Nazıroğlu M, Çelik Ö, Yüksel M, Özçelik D, Özkaya MO, Çetin H, Kahya MC, Kose SA. Wi-Fi (2.45 GHz)- and mobile phone (900 and 1800 MHz)-induced risks on oxidative stress and elements in kidney and testis of rats during pregnancy and the development of offspring. *Biol Trace Elem Res.* 2013 Dec;156(1-3):221-9. doi: 10.1007/s12011-013-9836-z. Epub 2013 Oct 8. PMID: 24101576.

Papageorgiou CC, Hountala CD, Maganioti AE, Kyprianou MA, Rabavilas AD, Papadimitriou GN, Capsalis CN. Effects of wi-fi signals on the p300 component of event-related potentials during an auditory hayling task. *J Integr Neurosci.* 2011 Jun;10(2):189-202. doi: 10.1142/S0219635211002695. PMID: 21714138.

Poullietier de Gannes F, Taxile M, Duleu S, Hurtier A, Haro E, Geffard M, Ruffié G, Billaudel B, Lévêque P, Dufour P, Lagroye I, Veyret B. A confirmation study of Russian and Ukrainian data on effects of 2450 MHz microwave exposure on immunological processes and teratology in rats. *Radiat Res.* 2009 Nov;172(5):617-24. doi: 10.1667/RR1541.1. PMID: 19883230.

Poullietier de Gannes F, Haro E, Hurtier A, Taxile M, Athane A, Ait-Aissa S, Masuda H, Percherancier Y, Ruffié G, Billaudel B, Dufour P, Veyret B, Lagroye I. Effect of in utero wi-fi exposure on the pre- and postnatal development of rats. *Birth Defects Res B Dev Reprod Toxicol.* 2012 Apr;95(2):130-6. doi: 10.1002/bdrb.20346. Epub 2012 Feb 6. PMID: 22311618.

Poullietier de Gannes F, Billaudel B, Haro E, Taxile M, Le Montagner L, Hurtier A, Ait Aissa S, Masuda H, Percherancier Y, Ruffié G, Dufour P, Veyret B, Lagroye I. Rat fertility and embryo fetal development: influence of exposure to the Wi-Fi signal. *Reprod Toxicol.* 2013 Apr;36:1-5. doi: 10.1016/j.reprotox.2012.11.003. Epub 2012 Nov 23. PMID: 23178895.

Saili L, Hanini A, Smirani C, Azzouz I, Azzouz A, Sakly M, Abdelmelek H, Bouslama Z. Effects of acute exposure to WIFI signals (2.45GHz) on heart variability and blood pressure in Albinos rabbit. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2015 Sep;40(2):600-5. doi: 10.1016/j.etap.2015.08.015. Epub 2015 Aug 17. PMID: 26356390.

Sakurai T, Kiyokawa T, Narita E, Suzuki Y, Taki M, Miyakoshi J. Analysis of gene expression in a human-derived glial cell line exposed to 2.45 GHz continuous radiofrequency electromagnetic fields. *J Radiat Res.* 2011;52(2):185-92. doi: 10.1269/jrr.10116. Epub 2011 Feb 19. PMID: 21343680.

Sambucci M, Laudisi F, Nasta F, Pinto R, Lodato R, Lopresto V, Altavista P, Marino C, Pioli C. Early life exposure to 2.45GHz WiFi-like signals: effects on development and maturation of the immune system. *Prog Biophys Mol Biol.* 2011 Dec;107(3):393-8. doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2011.08.012. Epub 2011 Sep 9. PMID: 21907730.



Sangun O, Dundar B, Darici H, Comlekci S, Doguc DK, Celik S. The effects of long-term exposure to a 2450 MHz electromagnetic field on growth and pubertal development in female Wistar rats. *Electromagn Biol Med.* 2015 Mar;*34*(1):63-71. doi: 10.3109/15368378.2013.871619. Epub 2014 Jan 24. PMID: 24460416.

Shokri S, Soltani A, Kazemi M, Sardari D, Mofrad FB. Effects of Wi-Fi (2.45 GHz) Exposure on Apoptosis, Sperm Parameters and Testicular Histomorphometry in Rats: A Time Course Study. *Cell J.* 2015 Summer;*17*(2):322-31. doi: 10.22074/cellj.2016.3740. Epub 2015 Jul 11. PMID: 26199911; PMCID: PMC4503846.

Schuermann D, Ziemann C, Barekati Z, Capstick M, Oertel A, Focke F, Murbach M, Kuster N, Dasenbrock C, Schär P. Assessment of Genotoxicity in Human Cells Exposed to Modulated Electromagnetic Fields of Wireless Communication Devices. *Genes (Basel).* 2020 Mar 25;*11*(4):347. doi: 10.3390/genes11040347. PMID: 32218170; PMCID: PMC7230863.

Sinha RK. Chronic non-thermal exposure of modulated 2450 MHz microwave radiation alters thyroid hormones and behavior of male rats. *Int J Radiat Biol.* 2008 Jun;*84*(6):505-13. doi: 10.1080/09553000802085441. PMID: 18470749.

Tök L, Nazıroğlu M, Doğan S, Kahya MC, Tök O. Effects of melatonin on Wi-Fi-induced oxidative stress in lens of rats. *Indian J Ophthalmol.* 2014 Jan;*62*(1):12-5. doi: 10.4103/0301-4738.126166. PMID: 24492496; PMCID: PMC3955064.

Yang XS, He GL, Hao YT, Xiao Y, Chen CH, Zhang GB, Yu ZP. Exposure to 2.45 GHz electromagnetic fields elicits an HSP-related stress response in rat hippocampus. *Brain Res Bull.* 2012 Jul 1;*88*(4):371-8. doi: 10.1016/j.brainresbull.2012.04.002. Epub 2012 Apr 9. PMID: 22513040.

Yildirim ME, Kaynar M, Badem H, Cavis M, Karatas OF, Cimentepe E. What is harmful for male fertility: cell phone or the wireless Internet? *Kaohsiung J Med Sci.* 2015 Sep;*31*(9):480-4. doi: 10.1016/j.kjms.2015.06.006. Epub 2015 Jul 26. PMID: 26362961.

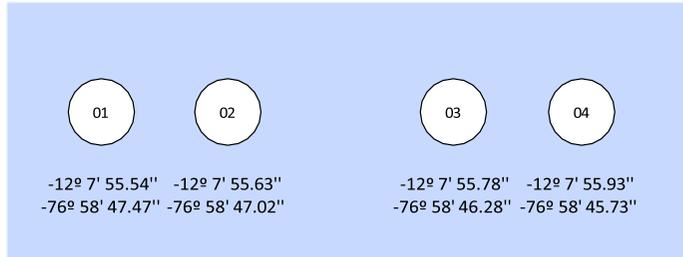
Yüksel M, Nazıroğlu M, Özkaya MO. Long-term exposure to electromagnetic radiation from mobile phones and Wi-Fi devices decreases plasma prolactin, progesterone, and estrogen levels but increases uterine oxidative stress in pregnant rats and their offspring. *Endocrine.* 2016 May;*52*(2):352-62. doi: 10.1007/s12020-015-0795-3. Epub 2015 Nov 14. PMID: 26578367.

Zentai N, Csathó Á, Trunk A, Fiocchi S, Parazzini M, Ravazzani P, Thuróczy G, Hernádi I. No Effects of Acute Exposure to Wi-Fi Electromagnetic Fields on Spontaneous EEG Activity and Psychomotor Vigilance in Healthy Human Volunteers. *Radiat Res.* 2015 Dec;*184*(6):568-77. doi: 10.1667/RR13896.1. Epub 2015 Nov 24. PMID: 26600173.

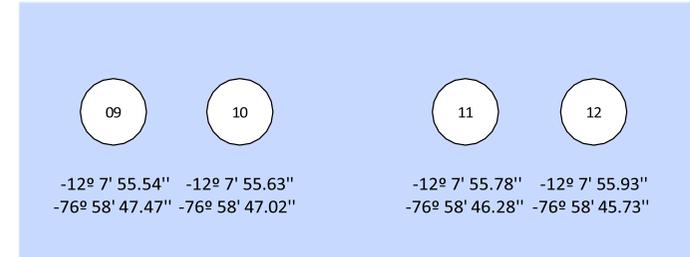


ANEXO 1: UBICACIÓN DE LOS ACCESS POINT EN CADA UNO E LOS PABELLONES

Facultad de Arquitectura. Piso 1



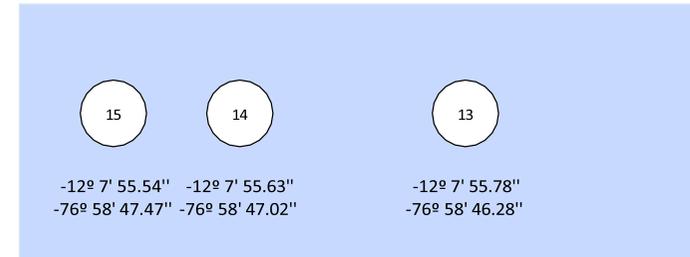
Facultad de Arquitectura. Piso 3



Facultad de Arquitectura. Piso 2

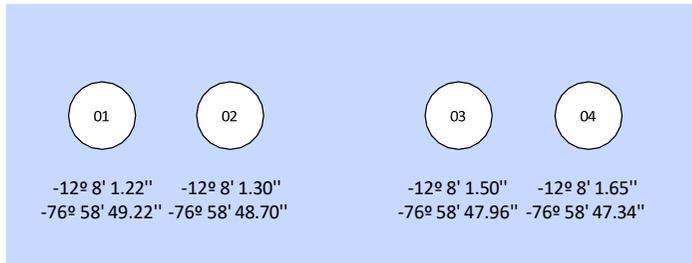


Facultad de Arquitectura. Piso 4

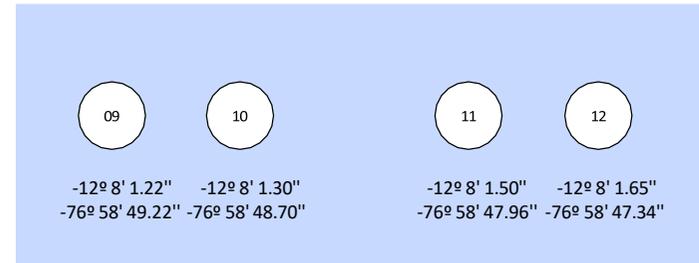




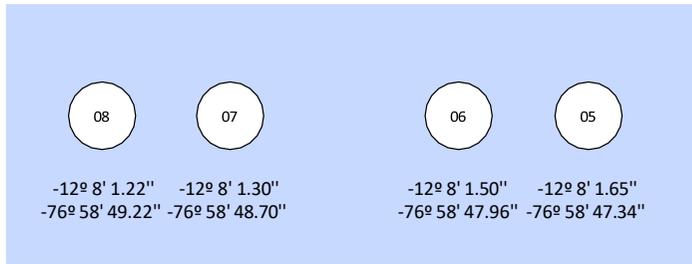
Facultad de Biología. Piso 1



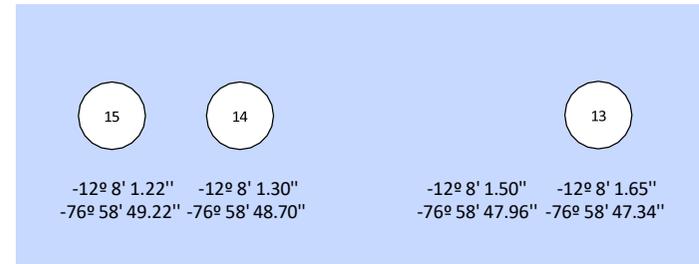
Facultad de Biología. Piso 3



Facultad de Biología. Piso 2

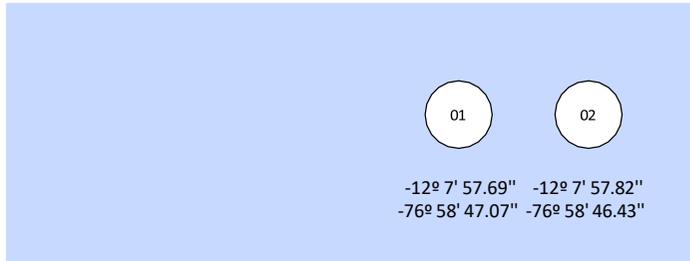


Facultad de Biología. Piso 4

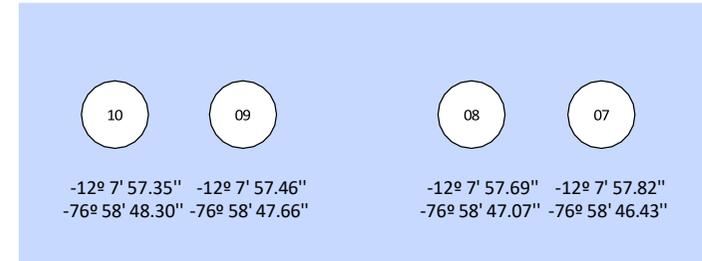




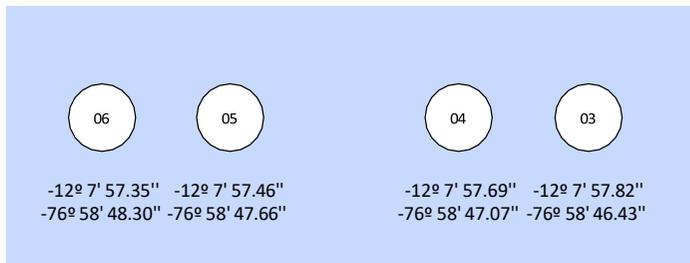
Facultad de Ciencias Económicas. Piso 1



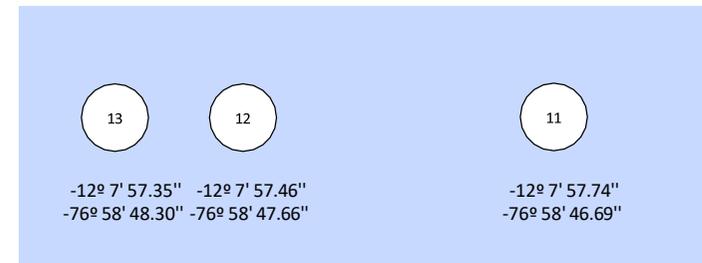
Facultad de Ciencias Económicas. Piso 3



Facultad de Ciencias Económicas. Piso 2

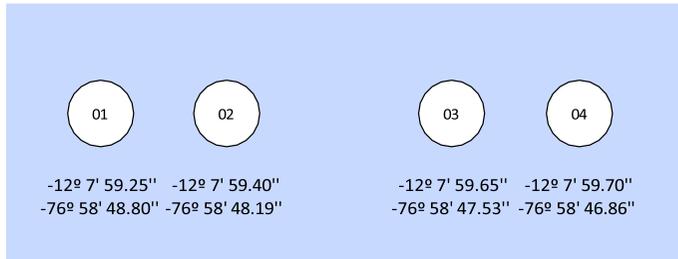
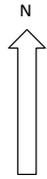


Facultad de Ciencias Económicas. Piso 4

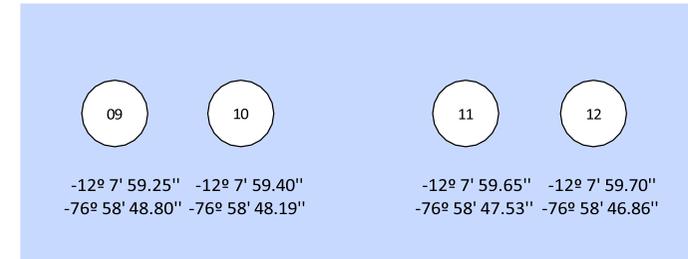




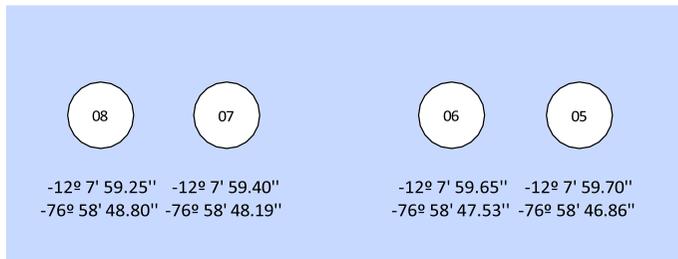
Facultad de Humanidades y Lenguas Modernas. Piso 1



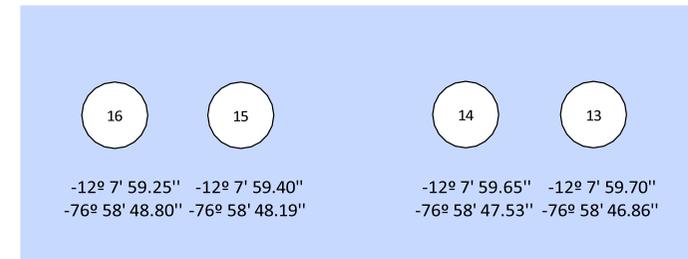
Facultad de Humanidades y Lenguas Modernas. Piso 3



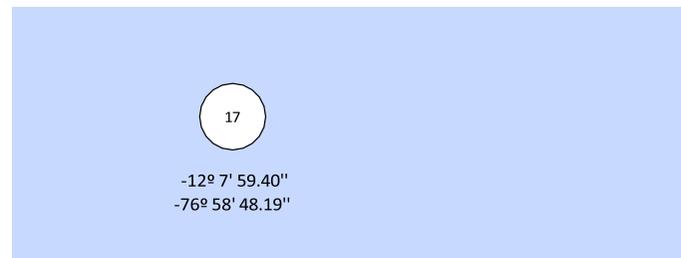
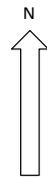
Facultad de Humanidades y Lenguas Modernas. Piso 2



Facultad de Humanidades y Lenguas Modernas. Piso 4

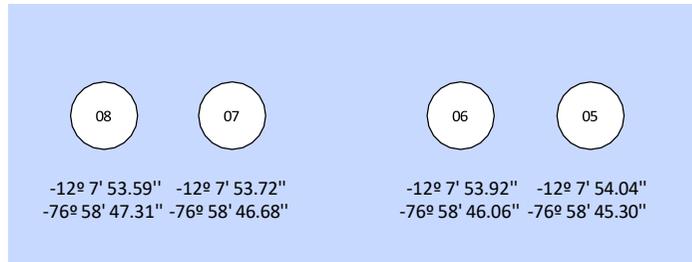


Facultad de Humanidades y Lenguas Modernas. Piso 5

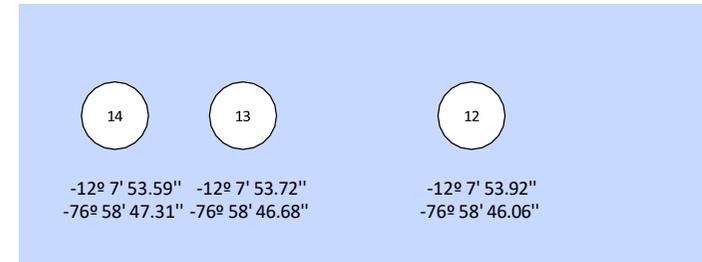




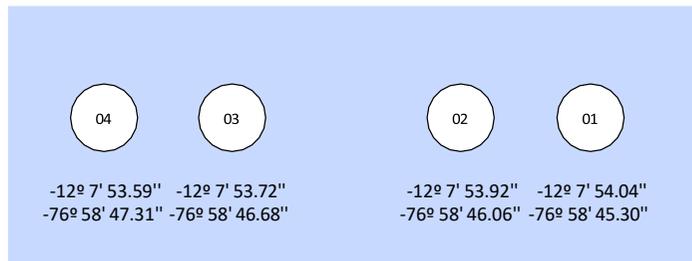
Facultad de Ingeniería. Piso 1



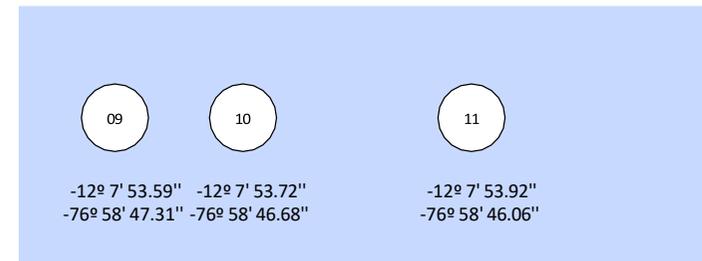
Facultad de Ingeniería. Piso 3



Facultad de Ingeniería. Piso 2

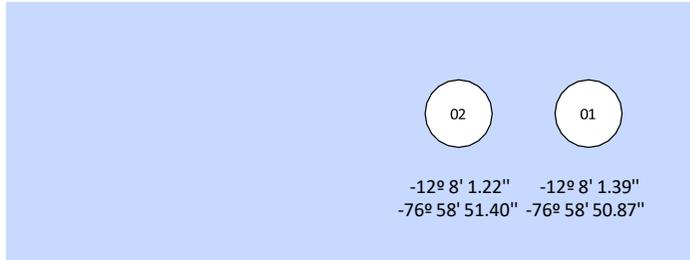


Facultad de Ingeniería. Piso 4

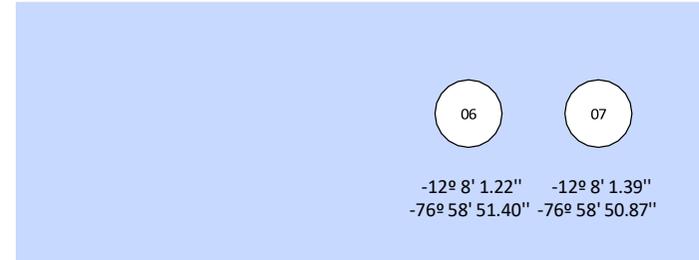




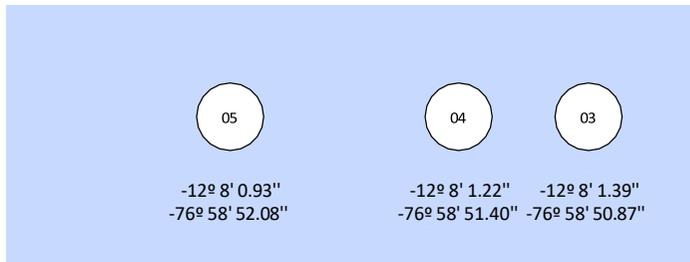
Facultad de Medicina. Piso 1



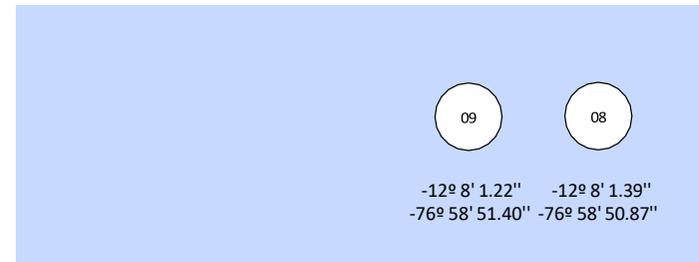
Facultad de Medicina. Piso 3



Facultad de Medicina. Piso 2

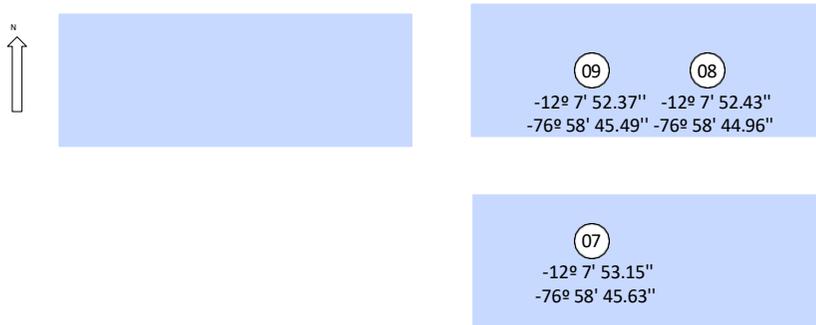


Facultad de Medicina. Piso 4

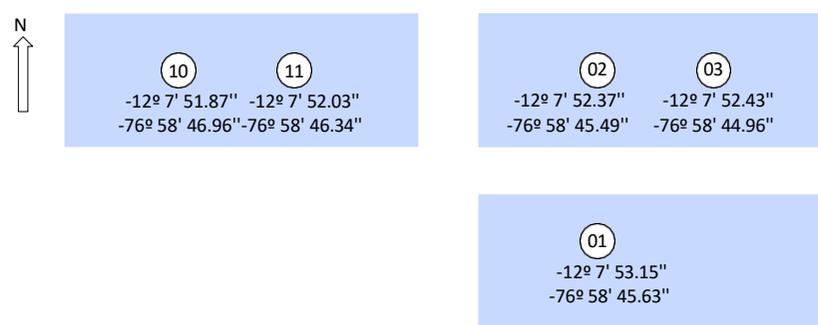




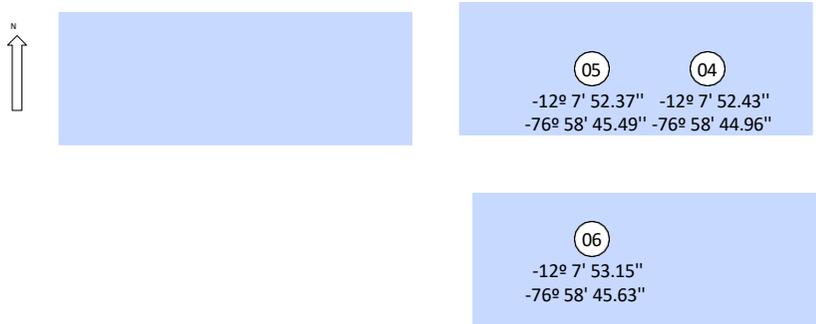
Pabellón G. Piso 1



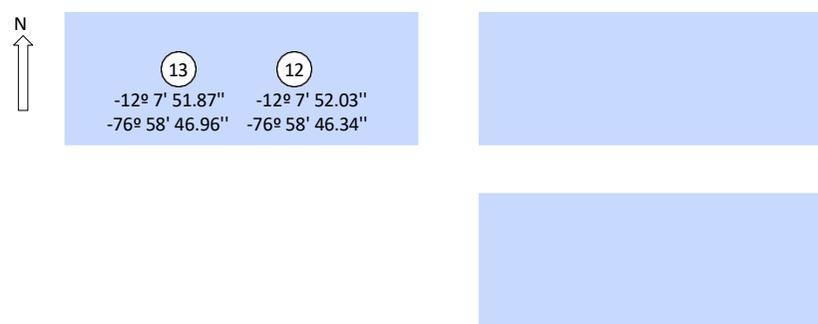
Pabellón G. Piso 3



Pabellón G. Piso 2



Pabellón G. Piso 4





ANEXO 3. TABLAS RESUMEN DE MEDICIONES REALIZADAS

Tabla 4.1: Promedios de las mediciones de densidad de potencia de onda plana en interiores (W/m^2) por salón y a nivel de toda la universidad (por cada banda de frecuencia) y para todas las bandas de RF evaluadas

	Salones										Promedios
	B104	B106	B107	B201	C404	C406	D302	I111	I111	I307	
FM_US	3.28E-06	2.90E-06	3.79E-06	3.82E-06	6.71E-05	1.72E-05	8.64E-06	1.32E-05	4.80E-06	1.02E-05	1.35E-05
TV_VHF	1.07E-06	1.36E-06	1.16E-06	1.35E-06	2.21E-06	1.63E-06	3.24E-06	6.00E-06	2.13E-06	1.56E-06	2.17E-06
TV45	6.63E-06	6.63E-06	6.63E-06	6.63E-06	1.97E-05	6.63E-06	6.63E-06	6.63E-06	6.63E-06	6.96E-06	7.97E-06
B12UL	2.42E-06	1.06E-06	1.23E-06	1.12E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.78E-06	1.35E-06	1.06E-06	7.77E-06	1.99E-06
B12DL	1.59E-06	1.09E-06	1.07E-06	1.17E-06	1.13E-06	1.06E-06	1.08E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.07E-06	1.14E-06
B13DL	1.37E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.32E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.12E-06
B13UL	1.06E-06	1.10E-06	1.07E-06	1.06E-06	1.25E-06	1.06E-06	1.07E-06	1.39E-05	3.52E-06	1.38E-05	3.89E-06
B26UL	1.45E-06	1.06E-06	1.10E-06								
B26DL	1.09E-06	4.02E-06	1.14E-06	1.46E-06	3.97E-06	3.78E-06	2.80E-06	7.49E-05	4.79E-05	9.92E-06	1.51E-05
ISM	1.06E-06	1.07E-06	1.06E-06	1.42E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.07E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.10E-06
B4UL	1.82E-06	1.08E-06	1.22E-06	2.10E-06	1.08E-06	1.07E-06	1.75E-06	1.96E-06	1.11E-06	1.80E-06	1.50E-06
B25UL	4.59E-06	1.07E-06	1.48E-06	1.28E-06	1.06E-06	1.15E-06	1.42E-06	1.07E-06	1.06E-06	1.17E-06	1.54E-06
DECT6	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06
B25DL	1.90E-06	1.02E-05	1.72E-06	8.05E-06	6.60E-05	5.16E-05	1.49E-05	6.36E-05	1.48E-05	1.25E-05	2.45E-05
B4DL	1.90E-05	3.61E-05	4.86E-06	8.48E-06	1.25E-04	7.35E-05	4.53E-05	1.18E-04	5.78E-05	9.52E-06	4.98E-05
B40TDD	3.25E-06	3.25E-06	3.25E-06	3.25E-06	4.06E-06	3.50E-06	3.30E-06	3.27E-06	3.25E-06	3.29E-06	3.37E-06
W2G	1.14E-06	1.12E-06	1.08E-06	1.23E-06	1.92E-06	1.48E-06	1.71E-06	1.30E-06	1.16E-06	1.10E-06	1.33E-06
B7UL	4.82E-06	1.02E-05	2.45E-06	1.35E-06	1.26E-06	3.81E-06	4.47E-06	1.10E-06	1.07E-06	1.78E-06	3.23E-06
B7DL	3.41E-06	2.64E-05	4.28E-06	3.87E-06	4.13E-05	4.60E-05	4.43E-06	1.56E-04	1.06E-05	2.84E-05	3.24E-05
W5G	2.54E-06	2.67E-06	2.44E-06	2.41E-06	2.70E-06	3.50E-06	4.84E-06	2.46E-06	3.34E-06	2.64E-06	2.96E-06
TOTAL	6.46E-05	1.15E-04	4.31E-05	5.35E-05	3.45E-04	2.22E-04	1.12E-04	4.70E-04	1.66E-04	1.18E-04	1.71E-04



Tabla 4.2: Promedios de las mediciones de densidad de potencia de onda plana en interiores (W/m^2) por pabellón y a nivel de toda la universidad (por cada banda de frecuencia) y para todas las bandas de RF evaluadas

	Arquitectura y Urbanismo	Ciencias Biológicas	Ciencias Económicas y empresariales	Ingeniería	Medicina Humana	Humanidades y lenguas modernas / Psicología	Pabellón G	Promedios
FM_US	8.59E-06	9.08E-05	1.36E-05	1.05E-05	4.72E-06	1.12E-04	5.84E-06	3.99E-05
TV_VHF	1.39E-06	9.05E-06	3.57E-06	1.82E-06	1.52E-06	4.33E-06	1.19E-06	3.45E-06
TV45	1.29E-05	7.85E-05	1.66E-05	8.38E-06	2.20E-05	2.70E-05	7.32E-06	2.56E-05
B12UL	1.08E-06	2.38E-06	1.17E-06	1.80E-06	1.40E-06	1.08E-06	1.06E-06	1.43E-06
B12DL	1.07E-06	1.07E-06	1.07E-06	1.09E-06	1.06E-06	1.11E-06	1.09E-06	1.08E-06
B13DL	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.07E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.08E-06	1.06E-06
B13UL	1.07E-06	7.02E-06	3.28E-06	1.07E-06	6.62E-06	1.83E-06	1.74E-06	3.05E-06
B26UL	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.19E-06	1.06E-06	1.08E-06
B26DL	4.45E-06	3.73E-06	1.50E-05	1.88E-06	1.19E-05	4.00E-06	7.22E-06	6.38E-06
ISM	1.06E-06	1.06E-06	1.07E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.06E-06
B4UL	1.32E-06	1.80E-06	1.18E-06	1.37E-06	2.09E-06	1.22E-06	3.05E-06	1.67E-06
B25UL	1.07E-06	2.03E-06	1.18E-06	1.06E-06	1.20E-06	1.09E-06	2.52E-06	1.44E-06
DECT6	1.06E-06	1.07E-06	1.06E-06	1.11E-06	1.07E-06	1.06E-06	1.06E-06	1.07E-06
B25DL	1.61E-05	7.72E-05	4.44E-05	1.90E-05	3.66E-05	7.60E-05	1.10E-04	5.52E-05
B4DL	3.60E-05	1.82E-05	4.95E-05	2.36E-05	5.70E-05	2.59E-05	4.75E-05	3.50E-05
B40TDD	3.26E-06	3.34E-06	3.25E-06	3.97E-06	3.28E-06	4.11E-06	1.17E-05	4.68E-06
W2G	2.25E-06	1.69E-06	2.61E-06	2.12E-06	2.18E-06	1.08E-06	1.16E-06	1.83E-06
B7UL	1.12E-06	1.13E-06	1.27E-06	1.28E-06	1.07E-06	1.09E-06	1.07E-06	1.15E-06
B7DL	4.72E-06	5.87E-05	4.90E-05	5.47E-06	3.00E-05	1.75E-05	4.58E-06	2.39E-05
W5G	3.10E-05	3.74E-05	4.82E-05	1.86E-05	2.62E-05	3.75E-05	3.63E-05	3.39E-05
TOTAL	1.32E-04	3.98E-04	2.59E-04	1.07E-04	2.13E-04	3.21E-04	2.48E-04	2.44E-04



Tabla 4. 3: Promedios de las mediciones de exposición pública general (%) por salón y a nivel de toda la universidad (por cada banda de frecuencia) y para todas las bandas de RF evaluadas

	Salones										Promedios
	B104	B106	B107	B201	C404	C406	D302	I111	I111	I307	
FM_US	1.61E-04	1.42E-04	1.86E-04	1.88E-04	3.30E-03	8.44E-04	4.24E-04	6.49E-04	2.36E-04	5.00E-04	6.63E-04
TV_VHF	5.24E-05	6.66E-05	5.70E-05	6.62E-05	1.09E-04	8.01E-05	1.59E-04	2.95E-04	1.05E-04	7.68E-05	1.07E-04
TV45	2.44E-04	2.44E-04	2.44E-04	2.44E-04	7.23E-04	2.44E-04	2.44E-04	2.44E-04	2.44E-04	2.56E-04	2.93E-04
B12UL	6.83E-05	3.00E-05	3.48E-05	3.17E-05	2.99E-05	2.99E-05	5.02E-05	3.80E-05	2.99E-05	2.19E-04	5.62E-05
B12DL	4.31E-05	2.94E-05	2.90E-05	3.18E-05	3.07E-05	2.87E-05	2.92E-05	2.87E-05	2.87E-05	2.89E-05	3.08E-05
B13DL	3.64E-05	2.82E-05	2.82E-05	3.52E-05	2.82E-05	2.82E-05	2.82E-05	2.82E-05	2.82E-05	2.82E-05	2.97E-05
B13UL	2.71E-05	2.79E-05	2.73E-05	2.71E-05	3.18E-05	2.71E-05	2.74E-05	3.55E-04	8.98E-05	3.52E-04	9.93E-05
B26UL	3.49E-05	2.55E-05	2.64E-05								
B26DL	2.48E-05	9.14E-05	2.59E-05	3.32E-05	9.03E-05	8.60E-05	6.38E-05	1.70E-03	1.09E-03	2.26E-04	3.44E-04
ISM	2.31E-05	2.34E-05	2.32E-05	3.09E-05	2.31E-05	2.31E-05	2.33E-05	2.31E-05	2.31E-05	2.31E-05	2.39E-05
B4UL	2.09E-05	1.24E-05	1.40E-05	2.41E-05	1.24E-05	1.23E-05	2.02E-05	2.26E-05	1.28E-05	2.07E-05	1.73E-05
B25UL	4.86E-05	1.14E-05	1.56E-05	1.35E-05	1.12E-05	1.22E-05	1.51E-05	1.13E-05	1.12E-05	1.24E-05	1.63E-05
DECT6	1.10E-05	1.10E-05	1.10E-05	1.10E-05	1.10E-05	1.10E-05	1.10E-05	1.10E-05	1.10E-05	1.10E-05	1.10E-05
B25DL	1.93E-05	1.04E-04	1.75E-05	8.18E-05	6.70E-04	5.24E-04	1.51E-04	6.47E-04	1.50E-04	1.27E-04	2.49E-04
B4DL	1.90E-04	3.61E-04	4.86E-05	8.48E-05	1.25E-03	7.35E-04	4.53E-04	1.18E-03	5.78E-04	9.52E-05	4.98E-04
B40TDD	3.25E-05	3.25E-05	3.25E-05	3.25E-05	4.06E-05	3.50E-05	3.30E-05	3.27E-05	3.25E-05	3.29E-05	3.37E-05
W2G	1.14E-05	1.12E-05	1.08E-05	1.24E-05	1.92E-05	1.48E-05	1.71E-05	1.30E-05	1.16E-05	1.10E-05	1.33E-05
B7UL	4.82E-05	1.02E-04	2.45E-05	1.35E-05	1.26E-05	3.81E-05	4.47E-05	1.10E-05	1.07E-05	1.78E-05	3.23E-05
B7DL	3.41E-05	2.64E-04	4.28E-05	3.86E-05	4.13E-04	4.60E-04	4.43E-05	1.56E-03	1.06E-04	2.84E-04	3.24E-04
W5G	2.54E-05	2.67E-05	2.44E-05	2.41E-05	2.70E-05	3.50E-05	4.84E-05	2.46E-05	3.34E-05	2.64E-05	2.95E-05
TOTAL	1.16E-03	1.65E-03	9.23E-04	1.05E-03	6.86E-03	3.29E-03	1.91E-03	6.90E-03	2.86E-03	2.37E-03	2.90E-03



Tabla 4.4: Promedios de las mediciones de exposición pública general (%) por pabellón y a nivel de toda la universidad (por cada banda de frecuencia) y para todas las bandas de RF evaluadas

	Arquitectura y Urbanismo	Ciencias Biológicas	Ciencias Económicas y empresariales	Ingeniería	Medicina Humana	Humanidades y lenguas modernas / Psicología	Pabellón G	Promedios
FM_US	4.22E-04	4.46E-03	6.67E-04	5.16E-04	2.32E-04	5.49E-03	2.87E-04	1.96E-03
TV_VHF	6.85E-05	4.45E-04	1.75E-04	8.95E-05	7.45E-05	2.13E-04	5.87E-05	1.70E-04
TV45	4.76E-04	2.89E-03	6.11E-04	3.08E-04	8.08E-04	9.95E-04	2.69E-04	9.42E-04
B12UL	3.06E-05	6.72E-05	3.31E-05	5.07E-05	3.94E-05	3.05E-05	3.00E-05	4.03E-05
B12DL	2.88E-05	2.89E-05	2.89E-05	2.94E-05	2.87E-05	2.99E-05	2.95E-05	2.92E-05
B13DL	2.82E-05	2.82E-05	2.82E-05	2.84E-05	2.82E-05	2.82E-05	2.86E-05	2.83E-05
B13UL	2.73E-05	1.79E-04	8.38E-05	2.73E-05	1.69E-04	4.66E-05	4.45E-05	7.77E-05
B26UL	2.55E-05	2.55E-05	2.55E-05	2.55E-05	2.55E-05	2.86E-05	2.55E-05	2.60E-05
B26DL	1.01E-04	8.50E-05	3.40E-04	4.28E-05	2.70E-04	9.11E-05	1.64E-04	1.45E-04
ISM	2.31E-05	2.31E-05	2.34E-05	2.32E-05	2.32E-05	2.31E-05	2.32E-05	2.32E-05
B4UL	1.52E-05	2.07E-05	1.36E-05	1.57E-05	2.41E-05	1.40E-05	3.51E-05	1.92E-05
B25UL	1.13E-05	2.15E-05	1.25E-05	1.13E-05	1.27E-05	1.15E-05	2.67E-05	1.53E-05
DECT6	1.10E-05	1.11E-05	1.10E-05	1.15E-05	1.11E-05	1.10E-05	1.10E-05	1.11E-05
B25DL	1.64E-04	7.84E-04	4.52E-04	1.93E-04	3.72E-04	7.72E-04	1.12E-03	5.61E-04
B4DL	3.60E-04	1.82E-04	4.95E-04	2.36E-04	5.70E-04	2.59E-04	4.75E-04	3.50E-04
B40TDD	3.26E-05	3.34E-05	3.25E-05	3.97E-05	3.28E-05	4.11E-05	1.17E-04	4.68E-05
W2G	2.25E-05	1.69E-05	2.61E-05	2.12E-05	2.18E-05	1.08E-05	1.16E-05	1.83E-05
B7UL	1.12E-05	1.13E-05	1.27E-05	1.28E-05	1.07E-05	1.09E-05	1.07E-05	1.15E-05
B7DL	4.72E-05	5.87E-04	4.90E-04	5.47E-05	3.00E-04	1.75E-04	4.58E-05	2.39E-04
W5G	3.10E-04	3.74E-04	4.82E-04	1.86E-04	2.62E-04	3.75E-04	3.63E-04	3.39E-04
TOTAL	2.22E-03	1.03E-02	4.04E-03	1.92E-03	3.32E-03	8.66E-03	3.18E-03	5.05E-03



Tabla 4.5: Promedios de las mediciones de densidad de potencia de onda plana en interiores (W/m^2) por salón y a nivel de toda la universidad para WiFi y para el total de las bandas de RF evaluadas

	Salones										
	B104	B106	B107	B201	C404	C406	D302	I111	I111	I307	Promedios
WiFi	3.69E-05	3.79E-05	3.52E-05	3.65E-05	4.63E-05	4.98E-05	6.55E-05	3.77E-05	4.50E-05	3.74E-05	4.28E-05
TOTAL	1.16E-03	1.65E-03	9.23E-04	1.05E-03	6.86E-03	3.29E-03	1.91E-03	6.90E-03	2.86E-03	2.37E-03	2.90E-03



Tabla 4.6: Promedios de las mediciones de densidad de potencia de onda plana en interiores (W/m^2) por pabellón y a nivel de toda la universidad para WiFi y para el total de las bandas de RF evaluadas

	Arquitectura y Urbanismo	Ciencias Biológicas	Ciencias Económicas y empresariales	Ingeniería	Medicina Humana	Humanidades y lenguas modernas / Psicología	Pabellón G	Promedios
WiFi	3.33E-04	3.91E-04	5.08E-04	2.07E-04	2.84E-04	3.86E-04	3.74E-04	3.55E-04
TOTAL	2.22E-03	1.03E-02	4.04E-03	1.92E-03	3.32E-03	8.66E-03	3.18E-03	4.80E-03



Tabla 4.7: Promedios de las mediciones de densidad de potencia de onda plana en interiores (W/m^2) por pabellón, interiores y a nivel de toda la universidad para WiFi y para el total de las bandas de RF evaluadas

	Arquitectura y Urbanismo	Ciencias Biológicas	Ciencias Económicas y empresariales	Ingeniería	Medicina Humana	Humanidades y lenguas modernas / Psicología	Pabellón G	Interiores
WiFi	3.33E-04	3.91E-04	5.08E-04	2.07E-04	2.84E-04	3.86E-04	3.74E-04	4.28E-05
TOTAL	2.22E-03	1.03E-02	4.04E-03	1.92E-03	3.32E-03	8.66E-03	3.18E-03	2.90E-03



ANEXO 4

TABLA 5.1 RESUMEN DE LOS ESTUDIOS SOBRE EFECTOS EN LA SALUD DE RADIACIONES Wi-Fi

	Autor	Titulo	Objetivo	Tipo de estudio	Resultados	Conclusiones	Efecto negativo
1	Ait-Aissa (2010)	In situ detection of gliosis and apoptosis in the brains of young rats exposed in utero to a Wi-Fi signal	Detectar in situ gliosis y apoptosis en cerebros de ratas jóvenes expuestas en el útero a una señal de Wi-Fi	Biológico	No hay diferencia significativa entre los niveles de activación persistente de astroglia o inducción de apoptosis en el cerebro de ratas jóvenes.	Las señales Wi-Fi no tiene efectos nocivos sobre la integridad del cerebro de la rata en desarrollo.	No
2	Ait-Aissa (2012)	In Utero and Early-Life Exposure of Rats to a Wi-Fi Signal: Screening of Immune Markers in Sera and Gestational Outcome	Evaluar biomarcadores inmunológicos en el suero de ratas con exposición a señal Wi-Fi en útero y posnatal	Biológico	No se observó diferencias significativas para cualquiera de los antígenos o isotipos en ninguno de los niveles de exposición. Tampoco hubo diferencias significativas en el nacimiento y crecimiento de ratas jóvenes expuestas en el útero y postnatal.	No se tuvo ningún efecto detectable en la producción de neoantígenos seleccionados relacionados con varios procesos patológicos o el resultado gestacional.	No
3	Ait-Aissa (2013)	In Situ Expression of Heat-Shock Proteins and 3-Nitrotyrosine in Brains of Young Rats Exposed to a Wi-Fi Signal in Utero and In Early Life	Evaluar los bioefectos en el sistema nervioso en desarrollo de roedores jóvenes provenientes de la exposición a señales Wi-Fi	Biológico	No se observó la inducción de la formación de 3-NT o aumento de la expresión de Hsp en la corteza cerebral y el hipocampo de ratas jóvenes crónicamente expuestas a Wifi.	No se observa efectos adversos de la exposición a Wi-Fi en el sistema nervioso de roedores jóvenes	No



4	Akar (2013)	Effects of low level electromagnetic field exposure at 2.45 GHz on rat cornea	Investigar los efectos de la exposición a CEM 2.45GHz de bajo nivel en la córnea de rata normal utilizando métodos histológicos y estereológicos.	Biológico	Hubo una diferencia estadística en el espesor del epitelio anterior pero no se alcanzó una diferencia estadísticamente significativa en el grosor de la córnea entre los dos grupos.	La radiación Wi-Fi podría causar daños al epitelio de la córnea.	Si
5	Banaceur (2013)	Whole body exposure to 2.4 GHz WIFI signals: Effects on cognitive impairment in adult triple transgenic mouse models of Alzheimer's disease (3xTg-AD)	Evaluar los efectos de la exposición prolongada a radiofrecuencia tipo Wi-Fi 2.4 GHz en relación a la enfermedad de Alzheimer.	Biologico	En las pruebas comportamentales de manera general el Laberinto de Barnes demostro una disminución en los escapes de latencia para los ratones transgénicos expuestos a señal Wi-Fi, en la Prueba de caja de Dos Compartimentos al exponerse a las señales WIFI, los ratones transgénicos se volvieron menos ansiosos, en el Sistema de Actividad de Campo Flexible no hubo efectos de las señales WIFI en ninguno de los grupos de ratones transgénicos o tipo silvestre en comparación con sus respectivos controles en las pruebas de actividad locomotora (velocidad, distancia recorrida)	Los resultados de las pruebas de campo Flexible no mostraron diferencias significativas entre controles y ratones expuestos a señal Wi-Fi, ya sean de tipo salvaje o transgénicos. Se reporto beneficios de la exposición Wi-Fi en el nivel de ansiedad de los ratones transgénicos usando los dos cajas de compartimentos y el laberinto de Barnes demostró la reducción de la latencia y por consiguiente la ansiedad que los ratones transgénicos. Es decir en general este estudio demuestra efectos cognitivos beneficiosos de la exposición de ratones transgénicos a CEM Wi-Fi sobre la ansiedad	No
6	Bektas (2020)	Comparison of effects of 2.4 GHz Wi-Fi and mobile phone exposure on human placenta and cord blood	Estudiar los efectos de la radiación de radiofrecuencia emitida por Sistemas Wi-Fi y teléfonos móviles en la sangre del cordón umbilical y la placenta.	Seres humanos	Los resultados de este estudio indicaron que la exposición a teléfonos móviles durante el embarazo podría tener un potencial importante para causar estrés oxidativo y daño al ADN en la sangre del cordón umbilical y la placenta, mientras para la exposición a Wi-Fi no se evidencian efectos negativos. En el caso de la exposición combinada de los teléfonos móviles resultados de este estudio también indicaron que los efectos combinados de Wi-Fi más la exposición a teléfonos móviles + Wi-Fi se evidencia una contribución del Wi-Fi.	En este estudio, la exposición de los teléfonos móviles durante el período de gestación se asoció con un aumento niveles de algunos parámetros de estrés oxidativo como el 8-OHdG, MDA, PCO, TOS y OCI) y ADN causando daño en la sangre del cordón umbilical y la placenta. Se observa que la radiación Wi-Fi por sí solano podría ser tan efectivo como el uso de un teléfono móvil. Sin embargo, observamos que el Wi-Fi podría contribuir a los efectos nocivos del móvil teléfonos cuando se utiliza Wi-Fi junto con un teléfono móvil.	Si



7	Bueno-Lopez (2018)	Effects of 2.45 GHz Wi-Fi exposure on sleep-dependent memory consolidation	Estudiar el impacto de la exposición nocturna a radiación Wi-Fi 2.45 GHz) en la consolidación de la memoria dependiente del sueño y y sus correlatos fisiológicos asociados.	Seres humanos intervencio nal	La precisión de retención de memoria durante la noche para las tres subcategorías no difirió significativamente para todas las condiciones experimentales, Los análisis de las pruebas del sueño para la cantidad de etapas del sueño N2 y N3, el sueño NREM y el sueño REM no difirieron significativamente para las condiciones de exposición a Wi-Fi y exposición ficticia. Finalmente, los resultados indican que las densidades de los husos del sueño tampoco fueron afectados por las condiciones de exposición.	Después de una noche de sueño, los participantes mostraron mejores desempeños en todas las tareas de memoria independientes de la condición experimental. Estos Los hallazgos están en línea con la idea de que el sueño juega un papel activo en Consolidación de la memoria dependiente del sueño de procedimiento y emocional La memoria no se vio afectada por la exposición a radiación Wi-Fi.	No
8	Chauhan (2016)	Microwave radiation (2.45 GHz)-induced oxidative stress: Whole-body exposure effect on histopathology of Wistar rats	El objetivo de este estudio fue explorar el efecto de la radiación de microondas de 2,45 GHz en la histología y el nivel de peróxido lipídico (LPO) en ratas Wistar.	Biológico	Nivel significativamente alto de LPO se observó en el hígado, cerebro y bazo en muestras de ratas expuestas a radiación de microondas. También se observaron cambios histológicos en el cerebro, hígado, testículos, riñón y bazo después de la exposición de todo el cuerpo a microondas, en comparación con el grupo de control.	La exposición a la radiación Wi-Fi pueden causar potencialmente histopatología y cambios oxidativos en ratas Wistar. Estos resultados indican posibles implicaciones de dicha exposición en la salud humana.	Si



9	Ciftci (2014)	Effects of Prenatal and Postnatal Exposure of Wi-Fi on Development of Teeth and Changes in Teeth Element	El presente estudio determinó los efectos de la exposición prenatal y posnatal a radiación electromagnética inducida por Wi-Fi (2.45 GHz) (EMR) en el desarrollo de los dientes y el tejido circundante, así como los niveles de trazas para ratas en crecimiento.	Biológico en animales	No hubo diferencia estadísticamente significativa entre los pesos corporales de ratas de 7, 14 y 21 días expuestas y las del grupo control. No hubo cambios patológicos en las capas de esmalte y dentina., tampoco hubo anomalías en las capas de los dientes, y no se observaron diferencias entre el grupo expuesto y el grupo control. No hubo diferencias en la expresión de caspasa-3, odontoblastos y ameloblastos en la mucosa oral y epitelio entre los dos grupos los días 7, 14 y 21. Se determinó que los valores de Ca, Cd, K, Mg, Na y P en los dientes no son estadísticamente significativos y los valores de Fe y Sr fueron significativamente más altos, mientras las concentraciones de B, Cu y Zn son significativamente menores en el grupo expuesto.	Se encontró niveles significativamente más bajos de Zn y Cu, que desempeñan papeles importantes en el metabolismo antioxidante, y altos niveles de Fe, demostraron tener un efecto sobre el estrés oxidativo en el grupo Wi-Fi; lo que indica que la exposición a radiación Wi-Fi provoca cambios en el contenido elemental del tejido duro dental a través del estrés oxidativo, pero en los resultados de los exámenes histopatológicos de los grupos Wi-Fi y grupos de control, lo que sugiere que la exposición prenatal y posnatal inducida por Wi-Fi durante 2 h al día no interfiere con el desarrollo de los dientes y sus tejidos circundantes. Sin embargo, los efectos inducidos por la radiación podrían no ser instantáneos y por otro lado el tiempo de exposición de las ratas en el estudio equivale a solo 10 años en humanos, por lo que podría haber tenido una duración demasiado corta para sacar conclusiones sobre los efectos de la exposición a Wi-Fi a lo largo de la vida.	Si
10	Cig (2014)	Investigation of the effects of distance from sources on apoptosis, oxidative stress and cytosolic calcium accumulation via TRPV1 channels induced by mobile phones and Wi-Fi in breast cancer cells☆	Investigar los efectos de la distancia desde las fuentes sobre la señalización de calcio, la producción de ROS citosólicas, viabilidad celular, apoptosis, niveles de caspasa-3 y -9 inducidos por exposición a teléfonos móviles y Wi-Fi en células de cáncer de mama		Para 0, 1 y 5 cm la concentración de Ca ²⁺ libre citosólico, el valor de MTT para la viabilidad celular, la producción de especies reactivas del oxígeno y los niveles de células apoptóticas, caspasa-3 y caspasa-9 del Grupo D (2450 MHz) fue significativamente mayor que en el Grupo A (control).	La radiación de Wi-Fi y teléfonos móviles colocados dentro de 10 cm de las células indujeron respuestas oxidativas excesivas y apoptosis a través de la acumulación de Ca ²⁺ citosólico inducida por TRPV1 en las células cancerosas. Usar teléfonos móviles y fuentes de Wi-Fi que están a más de 10 cm podría proporcionar una protección útil contra el estrés oxidativo, la apoptosis y la sobrecarga de Ca ²⁺ intracelular.	Si



11	Danker-Hopfe (2020)	Spending the night next to a router – Results from the first human experimental study investigating the impact of Wi-Fi exposure on sleep	Investigar si la exposición nocturna completa a Wi-Fi tiene un efecto sobre el sueño.	Seres humanos intervencional	Los resultados del cuestionario de preocupaciones muestran que los hombres jóvenes sanos participantes en el estudio no se preocupaban mucho por los factores ambientales relacionados con las emisiones de CEM-RF de diferentes fuentes. Una comparación de los parámetros de sueño subjetivos y objetivos entre los BL y los EN agrupados subrayó que la expectativa de posibles efectos adversos de la exposición a los CEM de RF no dio lugar a diferencias estadísticamente significativas en la calidad del sueño evaluada subjetivamente (consulte la Tabla S2 en el Suplemento). Estas expectativas tampoco afectaron significativamente la macroestructura del sueño	La exposición nocturna completa a Wi-Fi en el sueño no evidencia efecto significativo ni en la evaluación subjetiva del sueño ni en la macroestructura del sueño.	No
12	Dasdag (2013)	Effect of long-term exposure of 2.4 GHz radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi equipment on testes functions	Investigar los efectos de la exposición de largo plazo a radiación de sistemas Wi-Fi en los testículos.	Biologico	En las ratas expuestas el porcentaje de defectos en la cabeza de los espermatozoides fue mayor, los pesos del epidídimo y de las vesículas seminales fueron más bajos, el diámetro de los túbulos seminíferos (mm) y el grosor de la túnica albugínea (mm) disminuyeron. pero no se observó ninguna diferencia estadísticamente significativa en la concentración de espermatozoides, el porcentaje de motilidad de los espermatozoides del epidídimo, la cola y defectos morfológicos totales entre los grupos de exposición ficticia y real.	Este estudio muestra que la radiación Wi-Fi de 2.4 GHz afecta la función y la histología testicular. Se sugiere a los usuarios de Wi-Fi que eviten la exposición prolongada especialmente en el caso de los niños y adolescentes que generalmente son usuarios frecuentes de Wi-Fi.	Si
13	Dasdag (2015)	Effects of 2.4 GHz Radiofrequency Radiation Emitted From Wi-Fi Equipment on microRna Expression in Brain Tissue	Investigar los efectos de largo plazo de la radiación Wi-Fi en algunos de los miARN del tejido cerebral.	Biológico	La exposición a largo plazo a radiación Wi-Fi de 2.4 GHz puede alterar la expresión de algunos de los miARN, como miR-106b-5p y miR-107. La expresión de miR 107 es 3.3 veces y la de miR-106b-5p es 3.5 veces menor en el grupo de exposición que en el grupo de control. Sin embargo, los niveles en el cerebro de miR-9-5p, miR-29a-3p y miR-125a-3p no se alteraron.	La exposición de largo plazo a Wi-Fi de 2.4 GHz puede provocar efectos adversos como enfermedades neurodegenerativas originadas por la alteración de la expresión de algunos miARN.	Si



14	Gupta (2018)	Electromagnetic radiation 2450 MHz exposure causes cognition deficit with mitochondrial dysfunction and activation of intrinsic pathway of apoptosis in rats	Evaluar los efectos de frecuencias discretas de CEM en el comportamiento cognitivo y los mecanismos fisiopatológicos asociados	Biologico	<p>La EMR atenuó la memoria de reconocimiento espacial en el paradigma del laberinto en Y</p> <p>El análisis post hoc reveló que la exposición de los CEM (2450 MHz) disminuyó significativamente los niveles de acetilcolina (Ach) y aumentó los niveles de la enzima acetilcolinesterasa (AChE) en comparación con las ratas de control, respectivamente.</p> <p>El análisis post hoc demostró que la radiación Wi-Fi aumentó la expresión de beta-amiloide en comparación con las ratas de control.</p> <p>La EMR mitigó la integridad mitocondrial en el hipocampo de los animales</p> <p>La EMR mostró el aumento de la expresión del citocromo-c citoplasmático, la caspasa-9 y la caspasa-3 en el hipocampo</p> <p>La prueba post hoc ilustró que la radiación Wi-Fi mostró una disminución significativa de las actividades de los complejos I, II, IV y V en el hipocampo en comparación con los animales de control.</p> <p>La prueba post hoc reveló que la concentración de MDA y óxido nítrico (NO) aumentó significativamente con la frecuencia más alta de los CEM en comparación con los animales de control. Además, la radiación Wi-Fi moduló las actividades de SOD y catalasa en el hipocampo de roedores.</p>	<p>En resumen, la radiación Wi-Fi indujo un déficit cognitivo conductual con pérdida concomitante de la función mitocondrial. La alteración de la actividad de los sistemas enzimáticos complejos mitocondriales provocó estrés oxidativo y disminución de la MMP, lo que en última instancia condujo a la pérdida de la integridad mitocondrial. Además, el estrés mitocondrial observado a partir de los aumentos del citocromo-c activó la expresión de la caspasa-9 y la caspasa-3, lo que indica una apoptosis vinculada a las mitocondrias. Además, la exposición a la radiación Wi-Fi aumentó la expresión de los anticuerpos antihipocampales y disminuyó la neurotransmisión colinérgica en el hipocampo, que se consideran factores importantes para el desarrollo de la disfunción cognitiva.</p>	Si
15	Hassanshahi (2017)	The effect of Wi-Fi electromagnetic waves in unimodal and multimodal object recognition tasks in male rats	Investigar el efecto de las ondas electromagnéticas Wi-Fi en tareas de reconocimiento unimodal y multimodal de objetos en ratas macho	Biológico	<p>No hubo diferencias significativas en las diferentes tareas de reconocimiento espontáneo de objetos (SOR) realizadas por los grupos expuestos y los grupos con exposición ficticia, tampoco en las tareas de reconocimiento intermodal de objetos ni sobre la expresión de los genes de los receptores muscarínicos 1 (M1) ni sobre los transportadores GABA 1 (GAT1)</p>	<p>Los CEM de Wi-Fi no parecen tener ningún efecto sobre la actividad exploratoria general en ratas</p>	No



16	Hirata(2010)	Acute Dosimetry and Estimation of Threshold-Inducing Behavioral Signs of Thermal Stress in Rabbits at 2.45-GHz Microwave Exposure	Estudiar la relación la relación del SAR promedio de cuerpo entero con la elevación de temperatura en conejos expuestos a radiofrecuencia de 2.45 GHz.	Biológico	Entre los 14 conejos no anestesiados, se observaron comportamientos complejos. Se observaron signos debidos al estrés térmico en seis conejos. Ningún conejo anestesiado mostró tal comportamiento. Sus comportamientos dependen de cada conejo e incluyen aumento de la frecuencia respiratoria, movimientos repetitivos lamido de nariz, babeo y movimiento del lóbulo de la oreja. Se concontro que le nivel de densidad de potenci incidentes. el umbral de densidad de potencia incidente que induce un signo de comportamiento complejo fue de aproximadamente 110 W/m ² , que corresponde al SAR promedio de todo el cuerpo de 1.3 W/kg.	El umbral para los efectos comportamentales de la exposición a Wi-Fi para conejos es de aproximadamente 1 °C	No relevante
17	Hosseini (2019)	Evaluating short-term exposure to wi-fi signals on students' reaction time, short-term memory and reasoning ability	Investigar el efecto de la exposición a corto plazo a señales de Wi-Fi en las funciones cognitivas de la mente.	Seres humanos intervencional	No se evidencio efectos significativos de la exposición a radiación Wi-Fi sobre el tiempo medio de reacción, memoria de corto plazo y aritmética	Este estudio demostró que el efecto de la exposición breve a ondas Wi-Fi sobre las funciones cognitivas es insignificante pero la intensidad del campo eléctrico y la densidad de potencia calculadas eran menores que los valores de referencia ICNIRP	No
18	Jafari(2022)	Effects of Heat and WiFi (2.4 GHz) Exposure on Rat Cardiovascular System	Estudiar los efectos de la exposición a radiación Wi-Fi 2.4 GHz sobre los cambios histopatológicos en el sistema cardiovascular de ratas.	Biológico	El peso del corazón y la densidad volumétrica del miocardio y los niveles del MDA aumentaron; pero disminuyó el TAC y el GSH en el grupo Wi-Fi en comparación con el grupo de control	La radiación Wi-Fi podría causar cambios estructurales y estrés oxidativo en el corazón, disminuyendo la actividad antioxidante total en el tejido cardíaco con cambios histológicos, incluida la hipertrofia del miocardio. y disminución del número de miocitos	Si



19	Jaffar (2022)	Long-Term Wi-Fi Exposure From Pre-Pubertal to Adult Age on the Spermatogonia Proliferation and Protective Effects of Edible Bird's Nest Supplementation	Evaluar los efectos de la exposición a radiación Wi-Fi sobre la proliferación de espermatogonias en el testículo de ratas		No hubo diferencias significativas en los coeficientes de los testículos, epidídimo y vesículas seminales entre todos los grupos. Se encontro diferencias significativas del estado de mitosis de las espermatogonias entre los grupos. Para la evaluación por qPCR no hubo cambios significativos en la expresión del ARNm de las células c-Kit y SCF en el grupo Wi-Fi en comparación con el grupo de control; sin embargo, el nivel de expresión de ARNm de c-Kit fue significativamente mayor en el grupo Sham que en el grupo Control. La expresión de ARNm de las células SCF en el grupo Sham fue mayor que en el grupo Control. Para la evaluación mediante Western Blot los niveles de expresión de la proteína c-Kit y SCF en el grupo Wi-Fi no mostró cambios significativos en comparación con los grupos Control y Control EBN. Los niveles de expresión de las proteínas c-Kit y SCF aumentaron en el grupo Sham en comparación con los grupos Control y Wi-Fi. Los niveles de testosterona y FSH no fueron estadísticamente diferentes entre los grupos. El nivel sérico de la LH fue significativamente menor en los grupos Wi-Fi y Sham en relación al grupo Control.	La exposición prolongada a Wi-Fi no afectó el coeficiente de los testículos, el epidídimo y la vesícula seminal, que no fue significativamente diferente entre los grupos. Sin embargo, tanto el grupo Wi-Fi como el grupo Sham Wi-Fi causaron una disminución sustancial en el estado de la mitosis de las espermatogonias en los testículos. Dado que la exposición a Wi-Fi se realizó antes de la pubertad, es posible que las principales hormonas reproductivas masculinas se hayan visto afectadas después de la exposición. Los hallazgos mostraron una disminución en los niveles séricos de gonadotropina, FSH y LH en Wi-Fi. La reducción de ambas hormonas gonadotropinas sugirió que la exposición a Wi-Fi ha afectado la glándula pituitaria. La exposición a Wi-Fi parece "reprogramar" la hormona pituitaria y hacer que se secrete en un nivel bajo.	Si
20	Kamali (2018)	Evidence of oxidative stress after continuous exposure to Wi-Fi radiation in rat model	Evaluar el cambio en el sistema antioxidante redox del plasma después de la exposición continua a un dispositivo Wi-Fi	Biológico	En el grupo expuesto a Wi-Fi, se detectó una disminución significativa en la capacidad antioxidante total del plasma y en las actividades de varias enzimas antioxidantes, incluidas CAT, GSH-Px y SOD. Mientras tanto, la actividad de GST aumentó significativamente en este grupo. Sin embargo, no se encontraron cambios significativos en los niveles de GSH y TBARS después de la exposición a la radiación de RF.	El sistema de defensa antioxidante de las ratas expuestas a la señal Wi-Fi se vio significativamente afectado en comparación con el grupo de control.	Si



21	Kumar (2018)	The therapeutic effect of a pulsed electromagnetic field on the reproductive patterns of male Wistar rats exposed to a 2.45-GHz microwave field	Estudiar de manera comparativa los efectos de las radiofrecuencias sobre la cognición en ratas macho albino	Biológico	La RF 2450 MHz disminuyó significativamente la curiosidad y aumento el comportamiento de afrontamiento desde el día 21 hasta el día 28, indujo alteraciones en la memoria de reconocimiento espacial. También se encontró deterioro cognitivo en términos de la disminución de ingresos al brazo desconocido del laberinto Y. La exposición a RF 2450 disminuyo significativamente los niveles de la acetilcolina (Ach) y acetilcolinesterasa (AChE), incremento la expresión del β amiloide, disminuye la intensidad del éster metílico tetrametilrodamina (TMRM) indicando pérdida de integridad mitocondrial. Incremento significativo de la expresión del citocromo-c, caspasa-9 y caspasa-3 lo cual indica incremento de la apoptosis celular. disminución significativa de las actividades del complejo I, II, IV y V en el hipocampo. Moduló las actividades del superóxido dismutasas (SOD) catalasa en el hipocampo de roedores.	La exposición a RF 2450 indujo alteraciones cognitivas	Si
22	Kuybulu (2016)	Effects of long-term pre- and post-natal exposure to 2.45 GHz wireless devices on developing male rat kidney	Investigar el estrés oxidativo y la apoptosis del riñón en tejidos de ratas Wistar macho con exposición crónica a radiación Wi-Fi antes y después del nacimiento	Biológico	No hubo diferencias significativas en todos los grupos en términos del peso en el nacimiento y a la semana 12 de edad. El nivel de MDA en el grupo prenatal fue significativamente mayor que en el grupo posnatal y el de exposición ficticia. El nivel de SOD en el tejido renal en el grupo prenatal fue significativamente menor que en el grupo posnatal y en el grupo de exposición ficticia. Los niveles de GSH-Px de todos los grupos no fueron estadísticamente diferentes. El valor de TAS tisular de los grupos expuestos fue menor en comparación con el grupo de exposición exposición ficticia. El valor TOS del tejido renal del grupo prenatal fue superior al valor de los grupos con exposición ficticia y posnatal. Se encontró que la relación puntual NAG/creatinina de los grupos expuestos	La exposición crónica prenatal de ratas a radiación Wi-Fi puede causar la inducción de apoptosis en las etapas iniciales, luego se observa una compensación a largo plazo establecido con un aumento de los factores antiapoptóticos, también puede ser un factor de riesgo grave para enfermedades renales crónicas y enfermedades proliferativas destructivas.	Si



					fueron significativamente más alta la del grupo de exposición ficticia; asimismo la del grupo prenatal significativamente mayor que la del grupo posnatal.		
23	Laudisi (2012)	Effects of Heat and WiFi (2.4 GHz) Exposure on Rat Cardiovascular System	Estudiar sobre los efectos tempranos y tardíos de la exposición prenatal a señales Wi-Fi en el desarrollo de células T	Biológico	No hubo diferencias significativas en los resultados del embarazo entre los animales expuestos y los sometidos a exposición ficticia. Tampoco en el porcentaje de preñadas efectivas, la cantidad de crías por ratona y la masa corporal de las crías en todos los grupos. No hubo diferencias significativas para exposición prenatal en el número y la proliferación de células T y en la producción de citoquinas en crías hembras y machos a 5 y 26 semanas de edad	En conclusión, la exposición prenatal a señales Wi-Fi en crías hembras y machos analizadas en etapas tempranas y tardías de su desarrollo consistentemente no muestran la inducción de efectos perjudiciales sobre el desarrollo de células T.	No
24	Lee(2005)	2.45 GHz radiofrequency fields alter gene expression in cultured human cells	Estudiar los efectos de campos electromagnéticos pulsantes de 2.45 GHz que se usa sobre la expresión genética de células humanas HL-60 cultivadas.	Seres humanos in vitro	Se observaron que 221 genes alteraron su expresión después de una exposición de 2 h. El número de genes afectados aumentó a 759 después de una exposición de 6 h. La clasificación funcional de los genes afectados revela que los genes relacionados con la apoptosis se encontraban entre los regulados positivamente y los genes del ciclo celular entre los regulados negativamente. No observamos ningún aumento significativo en la expresión de genes de choque térmico	Estos resultados indican que los campos de RF a 2.45 GHz pueden alterar la expresión genética en células humanas cultivadas mediante un mecanismo no térmico.	Si



25	López-Martín (2021)	Exposure to 2.45 GHz radiofrequency modulates calcitonin-dependent activity and HSP-90 protein in parafollicular cells of rat thyroid gland	Analizar la respuesta de las células parafoliculares en la glándula tiroides de rata después de la exposición a RF 2.45 GHz utilizando un modelo de diatermia experimental subtermico.	Biológico	<p>La inmunomarcación positiva para calcitonina en células parafoliculares aumentó en el tejido tiroideo de ratas expuestas a radiofrecuencia de 2.45 GHz y apareció hiperplasia celular. Los niveles de células parafoliculares en animales irradiados del Grupo A expuestos a 3 W o 12 W de potencia mostraron un incremento estadísticamente significativas con respecto al grupo control. Para el Grupo B, no hubo diferencias significativas entre todos los subgrupos. Mediante inmunofluorescencia se encontró la presencia incrementada de HSP-90 en el coloide y células parafoliculares. Para la colocalización de HSP-90 y calcitonina se evaluó mediante marcado de tinción por inmunofluorescencia doble encontrándose para el Grupo A que los subgrupos expuestos tuvieron valores significativamente menores que el subgrupo control para la colocalización de HSP-90 y calcitonina; pero para el Grupo B no hubo diferencias estadísticamente significativas entre todos los subgrupos.</p>	La RF a 2.45 GHz constituye un agente negativo que genera estrés y altera la actividad y la homeostasis de las células parafoliculares de la glándula tiroides de rata.	Si
----	------------------------	---	--	-----------	---	---	----



26	Mora (2010)	Exposure to 2.45 GHz microwave radiation provokes cerebral changes in induction of HSP-90 α/β heat shock protein in rat	Determinar la variabilidad en la expresión de la proteína Hsp-90 α/β y los cambios cerebrales en rata debido a la exposición a RF 2.45 GHz	Biológico	<p>Los niveles de proteínas determinados por ELISA: Al nivel de la corteza somatosensorial para el Grupo A, la cantidad de HSP-90 expresada en ratas expuestas a niveles de SAR de $0.034 \pm 3 \times 10^{-3}$ W/kg y $0.069 \pm 5 \times 10^{-3}$ W/kg no fueron significativamente mayores de las ratas del grupo control, pero para el SAR de $0.27 \pm 21 \times 10^{-3}$ W/kg fueron significativamente mayores; para el grupo B se observó un comportamiento parecido. A nivel de la corteza límbica para el grupo A solo para el nivel de SAR de $0.27 \pm 21 \times 10^{-3}$ W/kg los niveles de proteínas fueron significativamente mayores, pero para el Grupo B los niveles fueron significativamente menores para todos los grupos expuestos. A nivel del hipocampo para el grupo A no hubo diferencias significativas para todos los grupos, mientras para el Grupo B para $0.069 \pm 5 \times 10^{-3}$ W/kg y $0.27 \pm 5 \times 10^{-3}$ W/kg los niveles de proteínas significativamente menores. A nivel del hipotálamo para el Grupo A los niveles de proteínas fueron significativamente mayores en todos los grupos expuestos, mientras para el grupo B solo para el SAR de $0.27 \pm 5 \times 10^{-3}$ W/kg los niveles de proteínas fueron significativamente mayores.</p> <p>Distribución de HSP-90 determinada por técnicas inmunohistoquímicas: A nivel de la corteza somatosensorial el nivel de exposición y la duración del periodo pos-irradiación incremento la cantidad de proteínas. En gran parte de la variabilidad en los recuentos celulares dependió del tipo de tejido cerebral considerado. A nivel de la corteza límbica para el nivel de SAR de $0.27 \pm 21 \times 10^{-3}$ W/kg los niveles de proteínas fueron significativamente mayores para el Grupo A y significativamente menores para el Grupo B.</p> <p>En el Hipocampo tanto para el Grupo A como</p>	Se observa una respuesta amplia en los niveles de proteínas HSP-90 en diversas regiones del cerebro de ratas expuestas a diferentes niveles de radiación Wi-Fi y diferentes tiempos pos-radiación para la evaluación	Si
----	-------------	--	---	-----------	--	--	----



					<p>para el Grupo B hubo diferencias significativas entre las ratas expuestas a valores de SAR $0.27 \pm 21 \times 10^{-3}$ W/kg y los demás grupos. También hubo diferencias significativas entre los grupos dependiendo del tiempo de post-irradiación para todos los niveles de exposición. Para el hipotálamo en casi todos los casos tanto para el Grupo A como para el Grupo B los niveles de proteínas son dependientes de los niveles de SAR,, observándose que en caso del Grupo B los niveles son mayores que para el Grupo A. Los grupos revelaron diferencias significativas entre los números de neuronas oscuras para el SAR de $0.27 \pm 21 \times 10^{-3}$ W/kg. Se examinó la morfología nuclear por microscopía de fluorescencia DAPI en busca de signos de apoptosis pero no se encontró evidencias como condensación de la cromatina o fragmentación del núcleo.</p>		
27	Naziroğlu (2011)	Melatonin modulates wireless (2.45 GHz)-induced oxidative injury through TRPM2 and voltage gated Ca ²⁺ channels in brain and dorsal root ganglion in rat	Investigar los efectos protectores de la melatonina y la radiación electromagnética de 2.45 GHz sobre el sistema redox antioxidante de las neuronas del cerebro y del ganglio de la raíz dorsal (DRG), el ingreso de Ca ²⁺ , la viabilidad celular y registros de electroencefalografía (EEG) en ratas	Biológico	<p>Los valores medios de GSH-Px, GSH y vitaminas antioxidantes de la corteza cerebral y DRG no tienen diferencias significativas en los cuatro grupos. Los niveles de LP en las neuronas DRG fueron significativamente más altos en las neuronas del grupo Wi-Fi, que en el control; sin embargo, fueron significativamente más bajos en el grupo expuesto a radiación Wi-Fi + melatonina. Las concentraciones de vitamina E de la corteza cerebral fueron significativamente más altas en el grupo Wi-Fi con suplementación de melatonina. El EEG de las ratas Wi-Fi registraron muchos más picos que las ratas control; pero las ratas Wi-Fi + melatonina tuvieron un registro menor que las ratas control. La liberación de [Ca²⁺]_i en las neuronas fue significativamente menor en el grupo Wi-Fi+ melatonina que en el grupo Wi-Fi.</p>	<p>La radiación Wi-Fi 2.45 GHz induce toxicidad oxidativa de los GRD a través del aumento de [Ca²⁺]_i, debido al incremento de los canales TRPM2 y canales de calcio regulados por voltaje. Sin embargo, la melatonina protege contra la lesión cerebral y de GRD inducida por Wi-Fi 2.45 GHz mediante la inhibición del estrés oxidativo y la anomalía de Ca²⁺.</p>	Si



28	Naziroğlu (2012)	2.45-Gz wireless devices induce oxidative stress and proliferation through cytosolic Ca ²⁺ influx in human leukemia cancer cells	Estudiar si la radiación de 2.45 GHz puede afectar los sistemas biológicos al aumentar los radicales libres.	Seres humanos en celulas	Los niveles LP, las concentraciones de iones de calcio libres citosólicos (Ca ²⁺) y la cuenta de células fueron significativamente mayores en los grupos expuestos, en el caso de Ca ²⁺ este aumento fue dependiente del tiempo de exposición. Los valores de GSH-Px, GSH y vitamina C no mostraron significación estadística. Los niveles LP, las concentraciones de iones de calcio libres citosólicos (Ca ²⁺) y la cuenta de células fueron significativamente mayores en los grupos expuestos, en el caso de Ca ²⁺ este aumento fue dependiente del tiempo de exposición. Los valores de GSH-Px, GSH y vitamina C no mostraron significación estadística.	La radiación de 2,45 GHz de dispositivos inalámbricos induce la proliferación de células HL-60 a través del aumento de [Ca ²⁺] citosólico y el estrés oxidativo.	Si
29	Ohtman (2017)	Exposure to 2.45 GHz Radiation Triggers Changes in HSP-70, Glucocorticoid Receptors and GFAP Biomarkers in Rat Brain	Investigar la exposición conjunta a estrés de sujeción repetido y señal Wi-Fi en la función cognitiva y estrés oxidativo en el cerebro de ratas macho.	Biológico	El peso de los grupos restringido y restringido + Wi-Fi disminuyó significativamente el peso somático en comparación con los grupos control y Wi-Fi, especialmente al principio. El estrés por la exposición a Wi-Fi y por restricción de movimiento, actuando por separado, indujeron un comportamiento similar a la ansiedad en la edad adulta. Este efecto fue enfatizado por la asociación de ambos estresores. La restricción y la exposición a Wi-Fi, ni separadas ni asociadas, alteran el aprendizaje espacial y las capacidades de memoria en la edad adulta. El estrés por exposición a WiFi y el por restricción provocaron una respuesta de estrés oxidativo (incremento de la actividad de la catalasa), empeorada por su asociación. Sólo la actividad de la acetilcolinesterasa a nivel cerebral mostró un aumento significativo en el grupo expuesto a Wi-Fi en comparación con el grupo de control, lo que podría alterar la transmisión sináptica y posteriormente el comportamiento.	Los principales resultados mostraron que la evolución del peso corporal se redujo con la restricción de movimiento, sola y asociada a la señal WiFi. Desde el punto de vista del comportamiento, el estrés por la exposición a WiFi y por restricción de movimiento, por sí solos y especialmente cuando se combinan, indujeron un comportamiento similar a la ansiedad sin perjudicar el aprendizaje espacial y las capacidades de memoria. A nivel cerebral, encontramos una respuesta de estrés oxidativo desencadenada por WiFi y restricción de movimiento, per se y especialmente cuando se combinan, así como un aumento de la acetilcolinesterasa inducido por WiFi, lo que podría tener perjuicios posteriores para la salud.	Si



30	Ohtman (2021)	Exposure to 2.45 GHz Radiation Triggers Changes in HSP-70, Glucocorticoid Receptors and GFAP Biomarkers in Rat Brain	Estudiar la evolución del estrés celular mediante los biomarcadores de estrés HSP-70 y GCR junto con activación glial (GFAP) en cerebro de rata en respuesta exposición única o repetida a radiación no térmica Wi-Fi	Bioógico	Se observó una disminución progresiva de los biomarcadores de estrés receptores de glucocorticoides (GCR) y proteína de choque térmico 70 (HSP-70) después de una irradiación aguda o repetida en la corteza somatosensorial, el hipotálamo y el hipocampo. En la corteza límbica; sin embargo, los valores de ambos biomarcadores fueron significativamente más altos después de una exposición repetida a la irradiación en comparación con los animales de control. Para la proteína ácida fibrilar glial (GFAP) los valores en el tejido cerebral después de la irradiación no fueron significativamente diferentes o incluso fueron más bajos que los de los animales no irradiados en todas las regiones del cerebro estudiadas.	Los resultados sugieren que la exposición repetida a 2,45 GHz provocó una desregulación de GCR/HSP-70 en el cerebro, lo que desencadenó un estado de estrés que podría disminuir la acción antiinflamatoria tisular sin favorecer la proliferación glial y hacer que el sistema nervioso sea más vulnerable.	Si
31	Oni (2011)	Effects of radiofrequency radiation from WiFi devices on human ejaculated semen	Estudiar el efecto de la radiación Wi-Fi de 2.4 GHz en el semen humano.	Biologico en celulas	No hubo diferencia notoria en la concentración, pero si en la motilidad espermatocica en las muestras expuestas en comparación con a las muestras no expuestas. El análisis de la clasificación morfológica de las muestras de semen mostró que la exposición a Wi-Fi no tuvo ningún efecto significativo en la cabeza de los espermatozoides, pero si en cuanto a espermatozoides normales, defecto de la cola y defecto de la sección media.	Se encontró que la concentración de espermatozoides, la motilidad y la clasificación morfológica del semen se vieron afectadas significativamente por la exposición a Wi-Fi 2.4 GHz	Si



32	Ozorak (2013)	Wi-Fi (2.45 GHz)- and Mobile Phone (900 and 1800 MHz)- Induced Risks on Oxidative Stress and Elements in Kidney and Testis of Rats During Pregnancy and the Development of Offspring	Determinar los efectos de la exposición a radiación Wi-Fi (2.45 GHz) y de como de teléfono móvil (900 y 1800 MHz) sobre los niveles de estrés oxidativo y oligoelementos en el riñón y los testículos de ratas en crecimiento desde el embarazo hasta las 6 semanas de edad.	Biológico	<p>Los resultados de la cuarta semana mostraron que el nivel de peroxidación lipídica en el riñón y los testículos y el cobre, zinc, glutatión reducido (GSH), glutatión peroxidasa (GSH-Px) y valores del estado antioxidante total (TAS) en el riñón disminuyó en los grupos CEM, mientras que las concentraciones de hierro en el riñón, así como vitamina A y vitamina E. Las concentraciones en los testículos aumentaron en los grupos expuestos a CEM.</p> <p>Los resultados de las muestras de la quinta semana mostraron que el hierro, la vitamina A, y las concentraciones de β-caroteno en el riñón aumentaron en los grupos CEM, mientras que los niveles de GSH y TAS disminuyeron.</p> <p>Los resultados de la sexta semana mostraron que las concentraciones de hierro en el riñón y el grado de peroxidación lipídica en el riñón y testículo aumentó en los grupos CEM, mientras que el cobre, TAS y las concentraciones de GSH disminuyeron. No hubo diferencias estadísticamente significativas en las concentraciones del cromo, el magnesio y los cuatro grupos.</p>	<p>Los resultados demostraron que la radiación Wi-Fi (2,45 GHz) y la proveniente de los dispositivos de telefonía móvil (900 y 1800 MHz) contribuyen a estrés oxidativo en el riñón y los testículos como lo demuestra aumento de la peroxidación lipídica y del contenido de hierro oxidable y disminución de oligoelementos antioxidantes (cobre y zinc), TAS, y GSH durante el desarrollo de riñones y testículos, también demostró que la conexión Wi-Fi y el teléfono móvil La EMR puede causar pubertad precoz y daño oxidativo renal en ratas en crecimiento.</p>	Si
33	Papageorgiou (2011)	Effects of wi-fi signals on the p300 component of event-related potentials during an auditory hayling task	Buscar los posibles efectos relacionados con el género proveniente de los campos electromagnéticos (CEM) de Wi-Fi en la atención y el funcionamiento de la memoria de trabajo (MT).	Seres humanos	<p>Se encontró que los valores de amplitud de P300 en 18 electrodos eran significativamente más bajos en la condición de inhibición de respuesta que en las condiciones de inicio de respuesta y de referencia. Independientemente del efecto anterior, dentro de la condición de inhibición de la respuesta también hubo un efecto significativo de interacción de radiación género X manifestado en 15 derivaciones por una disminución de las amplitudes de P300 de los hombres en comparación con las mujeres solo en presencia de CEM.</p>	<p>Wi-Fi usage should be investigated by researchers in more</p>	Si



34	Pollutier de Gannes (2009)	A Confirmation Study of Russian and Ukrainian Data on Effects of 2450 MHz Microwave Exposure on Immunological Processes and Teratology in Rats	Estudiar para confirmar datos de estudios rusos y ucranianos sobre los efectos de la exposición a radiación de 2450 MHz en procesos inmunológicos y teratológicos en ratas	Biologico	<p>Los pesos corporales no difirieron entre los tres grupos. Los pesos corporales no difirieron entre los tres grupos de ratas. Además, coincidieron con los datos históricos proporcionada por el proveedor. Esto muestra claramente que el estado sanitario de los animales se mantuvo bueno durante la investigación. Bajo las condiciones de exposición específicas, usando ELISA en 16 antígenos, la exposición a la radiación de RF no tuvo ningún efecto mensurable sobre los niveles de anticuerpos circulantes en Ratas Wistar. Los pesos corporales y el consumo de alimentos de los animales inyectados (grupos 2 y 3) fueron similares a los del grupo control durante el embarazo y lactancia. No se observaron mortalidad ni signos de toxicidad. en los animales tratados con los dos lotes de sueros. No se observaron diferencias significativas entre los cachorros de todos los grupos de hembras que recibieron sueros en relacion , número de crías y anomalías externas. proporción de sexos, peso de camada, índice de viabilidad, signos clínicos, físicos. y desarrollo funcional (Tabla 6), fueron similares en todos tres grupos.</p>	<p>Los procedimientos proporcionan evidencia de que la exposición a radiación de 2,45 GHz a 0.16 W/kg de SAR de cuerpo entero durante 7 h/día más de 30 días no tuvo impacto en una serie de enfermedades inmunes, efectos degenerativos y teratológicos.</p>	No
35	Pollutier de Gannes (2012)	Effect of In Utero Wi-Fi Exposure on the Preand Postnatal Development of Rats	Estudiar los efectos de la exposición in utero a señales Wi-Fi en el desarrollo pre y postnatal de ratas.	Biológico	<p>Para las madres sacrificadas el día 20 el examen del útero no reveló fetos muertos y no hubo diferencias significativas en el número de sitios de implantación, reabsorciones, fetos vivos o pérdidas posimplantación entre los diferentes grupos. No se observaron anomalías macroscópicas en ninguno de los fetos. Para las madres sacrificadas el día 28 en cuanto a la mortalidad, morbilidad, examen clínico, peso, consumo de comida y los examens post-mortem de utero no hubo diferencias entre los</p>	<p>En resumen desde el punto de vista histopatológico no se detectó ningún efecto significativo de la exposición a Wi-Fi en los órganos sexuales de la rata macho y hembra</p>	No



					grupos. En cuanto a las crias no se evidencio diferencias respecto de la entrega, peso de nacimiento, examen clinico, detalles del desarrollo fisico y funcional post natal		
36	Pollutier de Gannes (2013)	Rat fertility and embryo fetal development: Influence of exposure to the Wi-Fi signal	Investigar los efectos de la exposición a Wi-Fi en el sistema reproductivo de ratas.	Biológico	Para los machos: Despues de ser sacrificados se pesaron los testiculos, epididimo, prostata y glandulas seminales de los machos y no se encontraron diferencias para las diferentes condiciones de exposición.No se observaron lesiones microscopicas en los testiculos.. Para las hembras se examinaron los ovarios de cada madre para determinar el número de cuerpos lúteos en cada ovario y luego se sometieron a un examen histológico. Se examinó el útero extraído de cada madre para determinar (i) el número de fetos vivos y muertos por cuerno uterino, (ii) el número y ubicación en cada cuerno uterino y (iii) el número y distribución de sitios de implantación en cada cuerno uterino	En resumen, desde el punto de vista histopatológico no se detectó ningún efecto significativo teratológico y del desarrollo proveniente de la exposición a Wi-Fi.	No



37	Saili (2015)	Effects of acute exposure to Wi-Fi signals (2.45 GHz) on heart variability and blood pressure in Albinos rabbit	Estudiar los efectos de la exposición aguda a señales Wi-Fi, 2.45 GHz en la variabilidad del corazón y la presión arterial en conejos albinos	Biologico	El grupo expuesto a Wi-Fi tuvo una reducción del intervalo RR y un aumento de los intervalos PR y QT. Por el contrario, la misma exposición no logró alterar la onda P El grupo expuesto tuvo un aumento significativo de los latidos del corazón y de la presión arterial, pero la amplitud del electrocardiograma permaneció sin cambios en relación al grupo control. La dopamina indujo un aumento de los intervalos RR y QT y de la frecuencia cardiaca y disminuyó el intervalo PR, la onda P y la amplitud máxima del electrocardiograma en comparación con los controles. La inyección de dopamina +Wi-Fi indujo una disminución importante en los intervalos RR, QT y PR en comparación con los conejos que recibieron solo dopamina, mientras que la onda permaneció sin cambios. La epinefrina indujo una disminución de la duración de los intervalos RR, PR, QT y de la onda P del electrocardiograma en comparación con el control. La epinefrina + Wi-Fi indujo un aumento de los intervalos RR y QT y una disminución del intervalo PR y de la onda P en comparación con el control.	Los resultados sugirieron que la exposición a Wi-Fi 2.45 GHz afecta la variabilidad de la frecuencia cardíaca y provoca taquicardia e hipertensión, también se observa alteración de la acción fisiológica de las catecolaminas en el sistema cardiovascular, quizás a través de la interrupción de la interacción entre ligandos y receptores en el conejo.	Si
38	Sakurai(2011)	Analysis of Gene Expression in a Human-derived Glial Cell Line Exposed to 2.45 GHz Continuous Radiofrequency Electromagnetic Fields	Investigar los efectos de la exposición a campos de RF (2.45 GHz onda continua) sobre la expresión genética en una línea celular glial humana normal , SVGp12	Seres humanos in vitro	No hubo diferencias en el crecimiento celular entre la exposición a RF y la exposición simulada (). No se observaron cambios morfológicos entre las exposiciones a RF y simuladas y entre antes y después de la exposición. Del análisis de microarray se concluye sólo el 0,28% de aproximadamente 10.000 genes fueron significativamente alterados por la exposición a RF. Del análisis RT-PCR semicuantitativo para todos los genes que se consideraron significativamente alterados no se encontró diferencias significativas entre la expresión génica en las células expuestas a RF y las células con exposición ficticia.	La exposición de células SVGp12 derivadas de fetos humanos a campos de RF no produjo ninguna alteración en la expresión de genes.	No



39	Sambucci (2011)	Early life exposure to 2.45 GHz WiFi-like signals: Effects on development and maturation of the immune system	Estudiar los efectos de de la exposición a señales Wi-Fi en el sistema inmunológico en desarrollo	Biológico	La citometría de flujo no muestra diferencias en las poblaciones de células T y B entre los grupos expuestos, los de exposición ficticia y el grupo control. No hay diferencias en el número de timocitos T inmaduros (DN, DP) así como en el número de más maduros linfocitos T en timos de ratones expuestos a cualquiera de los niveles de SAR, tampoco en la proliferación de células B	No hay evidencias de la exposición temprana a WiFi tenga efectos negativos sobre la maduración del sistema inmunológico en ratones.	No
40	Sangun (2014)	The effects of long-term exposure to a 2450 MHz electromagnetic field on growth and pubertal development in female Wistar rats	Investigar los efectos de un campo electromagnético de 2450 MHz en el crecimiento y desarrollo de ratas Wistar hembra.	Biológico	Las masas medias al nacer de todos los grupos no fueron diferentes, a las 8 semanas de edad la masa media del grupo prenatal era menor que la de los grupos postnatal y de control; pero en la pubertad los grupos prenatal y de control tuvieron masas medias similares y grupo postnatal fue más pesado. La longitud media de los tres grupos era similar. Los valores de TOS de los tejidos ováricos y cerebrales en los grupos prenatal y posnatal fueron significativamente más altos que los del grupo control. Los valores TAS ováricos y cerebrales de los tres grupos no tuvieron grandes diferencias. Los valores OSI de los tejidos cerebrales y ováricos en el grupo prenatal y posnatal también fueron significativamente más altos que los del grupo control. El VO y el tiempo estral fueron significativamente más tardíos en el grupo prenatal que en los controles. El índice de degeneración del hipotálamo y el recuento medio de folículos ováricos, no tuvieron diferencias significativas, entre los tres grupos. No se observaron diferencias significativas entre los niveles medios de FSH y E2 para los tres grupos. Los niveles séricos de LH de los grupos prenatal y posnatal fueron casi el doble del grupo control. El grupo posnatal tuvo niveles de IGF-1 significativamente más bajos en comparación con los grupos posnatal y control.	La exposición crónica a Wi-Fi, particularmente durante el período intrauterino y la primera infancia, puede tener algunos efectos perjudiciales sobre el crecimiento y la pubertad. Se debe adoptar un enfoque precautorio	Si



41	Shokri (2014)	Effects of Wi-Fi (2.45 GHz) Exposure on Apoptosis, Sperm Parameters and Testicular Histomorphometry in Rats: A Time Course Study	Investigar los efectos potenciales de la exposición de corto y largo plazo a radiación Wi-Fi de 2.45 GHz en el sistema reproductivo de ratas macho.	Biológico	Solo el peso de la vesícula seminal se redujo significativamente en los grupos de 1 hora o 7 horas en comparación con el grupo de control. Tanto el grupo de 1 hora como el de 7 horas mostraron una disminución en los parámetros de espermatozoides de manera dependiente del tiempo. El número de células positivas para apoptosis y la actividad de la caspasa-3 aumentó en los túbulos seminíferos de las ratas expuestas.	Debería haber preocupación por el tiempo de exposición a las señales Wi-Fi de 2.45 GHz	Si
42	Schuermann (2020)	Assessment of Genotoxicity in Human Cells Exposed to Modulated Electromagnetic Fields of Wireless Communication Devices	Evaluar el impacto de las modulaciones tecnológicamente relevantes de los CEM inalámbricos en la integridad del genoma de células humanas cultivadas,	Seres humanos en células	En general, no se encontró evidencia concluyente de una inducción de daño en el ADN ni de alteraciones de la capacidad de reparación del ADN en células expuestas a varias modulaciones de CEM inalámbricos (GSM, UMTS, WiFi y RFID).	La posible carcinogenicidad de las radiaciones CEM no puede explicarse por un efecto sobre la integridad del genoma a través del daño directo al ADN. Sin embargo, no podemos excluir los efectos no genotóxicos, indirectos o secundarios de la exposición a CEM inalámbricos que pueden promover la tumorigénesis de otras maneras.	No



43	Sinha (2008)	Chronic non-thermal exposure of modulated 2450 MHz microwave radiation alters thyroid hormones and behavior of male rats	Analizar los efectos de la radiación Wi-Fi (2450 MHz) en hormonas tiroideas y el comportamiento de ratas macho.	Biológico	<p>Se observaron cambios estadísticamente insignificantes en el nivel de TSH en todos los días de registro de datos durante el período de exposición crónica a microondas. La deambulación total muestran un aumento estadísticamente significativo sólo el día 21 (de exposición a microondas. Después de la exposición crónica a las microondas, las ratas se encontraron hiperactivas y agresivas los días 16 y 21. Se analizaron los cambios de comportamiento en Open Field (OF) y se encontró que cambiaron significativamente con respecto a los controles para la inmovilización, aversión y deambulación. En EPM, las ratas mostraron una mayor actividad pasando menos tiempo en el brazo abierto y más tiempo en el centro el día 11 después de la irradiación</p> <p>Cambios en los parámetros de comportamiento también se correlacionan con la tendencia de los cambios, en comparación con los animales de control, en los niveles hormonales en sangre de la hormona T3 (disminuido el día 16 y el día 21,) y T4 (aumentado el día 21)</p>	La radiación Wi-Fi de baja potencia puede ser dañina ya que es suficiente para alterar los niveles de hormonas tiroideas como así como la reactividad emocional de los irradiados en comparación con los animales de control.	Si
44	Tok (2013)	Effects of melatonin on Wi-Fi-induced oxidative stress in lens of rats	Determinar los efectos de la exposición a Wi-Fi en los sistemas redox antioxidantes y oxidantes de la lente, así como los posibles efectos protectores de la melatonina sobre la lesión de la lente inducida por la radiación electromagnética	Biológico	Los niveles de peroxidación lipídica en la lente fueron ligeramente más altos en el tercer grupo (Wi-Fi) que en los grupos de control de jaula y ficticio, pero la concentración disminuyó significativamente con la suplementación de melatonina. La actividad de la glutatión peroxidasa (GSH-Px) fue significativamente (menor en el grupo Wi-Fi que en los grupos de control de jaula y ficticio, pero los valores de GSH-Px y glutatión reducido aumentaron significativamente con la melatonina.	Hay efectos tóxicos oxidativos muy pequeños provenientes de una hora de exposición a Wi-Fi en la lente de los animales. Sin embargo, la suplementación con melatonina en el cristalino parece tener efectos protectores sobre el sistema oxidante mediante la modulación de la actividad de GSH-Px..	Si



45	Yang (2012)	Exposure to 2.45 GHz electromagnetic fields elicits an HSP-related stress response in rat hippocampus	Evaluar los cambios en la expresión de genes y proteínas relacionados con el estrés en el tejido del hipocampo debido a la exposición a radiofrecuencia	Biológico	El resultado de la inmunocitoquímica reveló que la radiación Wi-Fi provocó una tinción intensa para HSP27 y HSP70 en el hipocampo, especialmente en las neuronas piramidales del cuerno de Amón 3 (CA3) y células granulares del giro dentado (DG). Los perfiles de la expresión de genes y proteínas HSP27 y HSP70 se confirmaron mediante la reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa (RT-PCR) y Western blot	La exposición a radiación Wi-Fi genera una respuesta de estrés en el hipocampo de la rata	Si
46	Yildirim (2015)	What is harmful for male fertility; cell phone or the wireless internet?	Evaluar los posibles efectos nocivos de la radiofrecuencia de los teléfonos móviles y el internet inalámbrico sobre los parámetros del esperma.	Seres humanos en células	El recuento de espermatozoides móviles totales y el recuento de espermatozoides móviles progresivos disminuyeron con el uso de Internet inalámbrico (Wi-Fi) en comparación con el uso de conexión a Internet por cable respectivamente. El recuento de espermatozoides móviles totales y móviles progresivos disminuyó con la duración del uso de Internet inalámbrico.	No se han observado resultados dañinos para la salud debido a la utilización de Wi-Fi	No
47	Yuksel (2015)	Long-term exposure to electromagnetic radiation from mobile phones and Wi-Fi devices decreases plasma prolactin, progesterone, and estrogen levels but increases uterine oxidative stress in pregnant rats and their offspring	Investigar los efectos inducidos por la exposición a la radiación del teléfono móvil (900 y 1800 MHz) y Wi-Fi (2450 MHz) en el útero, estrés oxidativo y niveles de hormonas plasmáticas en ratas preñadas y su descendencia.		Aunque la peroxidación lipídica uterina aumentó en los grupos expuestos, la actividad del glutatión peroxidasa uterino (4ª y 5ª semana) y los niveles de prolactina plasmática (sexta semana) en ratas en desarrollo disminuyeron en estos grupos. En las ratas maternas, los niveles de la prolactina plasmática, estrógeno y progesterona disminuyeron en los grupos expuestos. Mientras que el estado oxidante total del plasma y la temperatura corporal aumentaron. No hubo cambios en el nivel de glutatión reducido, antioxidantes totales o vitaminas A, C y E en muestras de útero y plasma de ratas maternas.	Aunque la exposición a la radiación Wi-Fi disminuye los niveles de prolactina, estrógeno y progesterona en el plasma de ratas maternas y su descendencia, el estrés inducido en el útero de ratas maternas aumenta durante el desarrollo de la descendencia. La radiación inducida por teléfono móvil y Wi-Fi puede ser una causa de aumento de la lesión uterina oxidativa en ratas en crecimiento y disminución de los niveles hormonales en ratas maternas	Si



48	Zentai (2015)	No Effects of Acute Exposure to Wi-Fi Electromagnetic Fields on Spontaneous EEG Activity and Psychomotor Vigilance in Healthy Human Volunteers	Investigar los posibles efectos neurocognitivos causados por la exposición a Wi-Fi.	Seres humanos intervencional	No se evidencian diferencias debidas e las diferentes condiciones de exposición ni al género en el sEEG. Tampoco se evidencia diferencia en el PVT resultante de diferentes tipos de exposición.	La exposición a Wi-Fi en las condiciones aplicadas en el estudio actual no tiene efectos mensurables sobre la función neurocognitiva del cerebro humano.	No
----	---------------	--	---	------------------------------	--	--	----