

Healthy homes reducing the entry of electromagnetic waves

Luis Gabriel Ochante Tineo, Neyra-Torres Jose Luis, Maestro en Administración de Negocios MBA, Campos-Vásquez Neicer, Maestro en Ciencias Económicas.

Universidad Privada del Norte, Perú, n00256586@upn.pe, jose.neyra@upn.edu.pe, neicer.campos@upn.edu.pe.

Abstract- In recent years we have been involved in a controversy regarding electromagnetic waves such as the famous 5G waves, which for some brings benefits such as high speed data transfer for the Internet, however, recent studies in highly developed countries warn about the consequences that these could bring to human health.

That is why the main objective sought with this research is to be able to reduce the passage of electromagnetic waves in homes and thus they can be clean of electromagnetic noise.

Being a novel study in our region, we will announce our positive results and with this we could extend its application to our entire country and thus become an option for housing construction, improving people's quality and comfort of life.

This application will not only bring benefits to human health but also protect our electrical devices from different failures, thus extending their useful life.

To achieve our objective, we base ourselves on the principle of the Faraday Cage, which proves that on a surface closed with a metallic material, the electromagnetic field is null, so we apply this principle to a home, for this I use the construction of a model of a house to scale, to be able to carry out the respective tests, thus being able to quantify the reduction of electromagnetic waves.

For this investigation I will use aluminum foil as the main material that will simulate aluminum sheets; thus covering my structural elements and walls, thus shielding the house. For the open surfaces such as doors we would use aluminum doors, and for the windows a glass against the protection of electromagnetic waves which can already be found in the market in countries like Spain, which have already taken a lot of interest in these issues.

All materials preferably must be connected to a ground to avoid creating electric fields due to electrical installations. The results were very favorable for the tests of the shielding of structural elements with aluminum, therefore, we could put it into practice at the level of construction of a real house, which I will detail its construction process later.

Keywords: Electromagnetic waves, healthy homes, Faraday cage, radiation, shielding of homes.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Hogares saludables reduciendo la entrada de ondas electromagnéticas

Luis Gabriel Ochante Tineo, Neyra-Torres Jose Luis, Maestro en Administración de Negocios MBA, Campos-Vásquez Neicer, Maestro en Ciencias Económicas.

Universidad Privada del Norte, Perú, n00256586@upn.pe, jose.neyra@upn.edu.pe, neicer.campos@upn.edu.pe.

Resumen- En los últimos años nos hemos visto envueltos en una controversia con respecto a las ondas electromagnéticas como las famosas ondas 5G, que para algunos trae beneficios como es la alta velocidad de transferencia de datos para el internet, sin embargo, estudios recientes en países muy desarrollados advierten sobre las consecuencias que estas podrían traer a la salud del ser humano.

Es por ello por lo que el objetivo principal que se busca con esta investigación es poder reducir el paso de ondas electromagnéticas en las viviendas y así éstas puedan estar limpias de los ruidos electromagnéticos.

Al ser un estudio novedoso en nuestra región daremos a conocer nuestros resultados positivos y con ello podríamos extender su aplicación a todo nuestro país y así convertirse en una opción de construcción de vivienda, mejorando la calidad y comodidad de vida de las personas.

Esta aplicación no solo traerá beneficios a la salud humana sino también protegerá nuestros aparatos eléctricos de diferentes fallas, alargando así su vida útil.

Para lograr nuestro objetivo nos basamos en el principio de la Jaula de Faraday el cual se comprueba que, en una superficie cerrada con un material metálico, el campo electromagnético es nulo, entonces llevamos ese principio a la aplicación en una vivienda, para ello hago uso de la construcción de la maqueta de una vivienda a escala, para poder realizar las pruebas respectivas, así poder cuantificar la reducción de ondas electromagnéticas.

Para esta investigación haré uso de papeles de aluminio como material principal que simularan las láminas de aluminio; revistiendo así mis elementos estructurales y muros, blindando así la vivienda.

Para las superficies abiertas como puertas utilizaríamos puertas de aluminio, y para las ventanas un vidrio contra la protección de ondas electromagnéticas los cuales ya pueden encontrarse en el mercado de países como España, que ya les han tomado mucho interés a estos temas.

Todos los materiales de preferencia deben ir conectados a una puesta a tierra para evitar crear campos eléctricos debidos a las instalaciones eléctricas. Los resultados fueron muy favorables para las pruebas del blindaje de elementos estructurales con aluminio, por ende, podríamos llevarlo a la práctica a nivel de construcción de una vivienda real, lo cual detallare su proceso constructivo más adelante.

Palabras clave: Ondas electromagnéticas, viviendas saludables, jaula Faraday, radiación, blindaje de viviendas.

I. INTRODUCCIÓN

La ciencia y la tecnología avanzan a pasos agigantados, trayendo consigo muchos beneficios para la humanidad, empero traen también muchas consecuencias negativas e irreversibles a la salud humana; muchos países desarrollados en los últimos años le han dado mucha importancia a este tema, es por ello mi interés en estudiar y dar a conocer este tema en el país, así poder invitar a los profesionales de las distintas áreas en su estudio a profundidad logrando quizá formar equipos de trabajo de diferentes especialidades, que son la ingeniería de materiales, ingeniería civil, ingeniería eléctrica, telecomunicaciones, medicina, etc.

Con el rápido desarrollo de la tecnología 5G, la inteligencia artificial, Internet de las cosas, big data y sus amplias aplicaciones en sistemas no tripulados, comunicaciones de alta velocidad, Internet industrial, energía del futuro y otros campos, el nivel de desarrollo de la tecnología de la información se ha convertido en un reflejo del poder nacional, lo que no solo afecta el funcionamiento normal de los dispositivos electrónicos cercanos, sino que también aumenta el riesgo de que los trabajadores relacionados sufran dolores de cabeza, depresión, inmunodeficiencia y otras enfermedades [1] (Liang et al., 2021). El avance tecnológico y desarrollo de nuevos dispositivos que nos simplifican la vida han permitido vivir en mejor comodidad y hasta cierto punto simplicidad, sin embargo, no vemos la otra cara de la moneda, es decir las consecuencias que estas nos puedan traer.

Las exposiciones a la radiación de radiofrecuencia (RFR) están aumentando rápidamente con las tecnologías inalámbricas, sin embargo, escasas veces se utilizan los términos “ciencia de la construcción” y “radiación de radiofrecuencia” en una oración, como es sabido la ciencia de la construcción se ocupa del desempeño físico de los edificios, la comodidad y salud, pero casi nunca toma en cuenta las ondas electromagnéticas [2] (Anón s. f. 2020). Desconocemos muchos de los fenómenos invisibles que se nos atraviesan día a día, lo cual es conveniente detenernos a estudiarlos.

Con el desarrollo de la tecnología electrónica, especialmente el advenimiento de la era 5G, los materiales de

protección contra interferencias electromagnéticas (EMI) son cada vez más necesarios para evitar que los dispositivos electrónicos y los cuerpos humanos sufran una intensa radiación electromagnética [3]. (Wang et al., 2021). Como sabemos las ondas electromagnéticas son un tipo de energía que está presente día a día en nuestras vidas, en las viviendas, en el trabajo, en las calles, etc. Éstas son propagadas a diferentes frecuencias, las cuales desde cierto rango podrían ser perjudiciales para el ser humano.

La contaminación electromagnética son las señales electromagnéticas transmitidas o la radiación electromagnética emitida por los circuitos eléctricos de los dispositivos, que pueden interferir con el correcto funcionamiento de los dispositivos eléctricos circundantes o dañar los organismos vivos [4]. (D Soyaslan, 2021). Una de las tantas contaminaciones son las que producen las ondas electromagnéticas, y al ser prácticamente invisibles para el ojo humano, no nos permite el estudio o información acerca de los efectos que estas podrían ocasionar en los seres vivos, especialmente a los de menor edad.

Las ondas electromagnéticas omnipresentes pueden poner en peligro la salud humana y afectar el funcionamiento regular de los dispositivos electrónicos [5]. (Li et al., 2021). Pues estas ondas también son transmitidas por los aparatos eléctricos que tenemos en nuestro hogar, dispositivos inalámbricos comúnmente: Wi-Fi, Bluetooth, etc. Sin embargo, no medimos la cantidad de tiempo que estamos expuestos a estas ondas electromagnéticas, unas 8h aproximadas en el trabajo, 8h aproximadas al momento de dormir.

Algunos de los estudios se han centrado en las asociaciones entre la leucemia infantil y la exposición a campos magnéticos o la exposición de adultos a altos niveles de emisiones según National Cancer Institute, así como la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer ha determinado que los campos de Radio Frecuencia son cancerígenos para los seres humanos. En países como España han establecido límites entre intervalos de ondas electromagnéticas a las distintas compañías. Por ende, como profesional es mi gran interés hallar una solución para reducir nuestra exposición a las ondas electromagnéticas.

Los efectos de los campos electromagnéticos sobre el organismo vivo son tratados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), que determinó que los dispositivos eléctricos deben cumplir con ciertos límites para ser utilizados en la práctica sin riesgo para la salud humana. El cuerpo humano es un conjunto de células cuya sensibilidad a la radiación ionizante es diferente [6] (M. Pavlík, J. Zbojovský, L. Kruželák y M. Ivančák, 2018)

Las medidas de protección pertinentes deberían incluir el blindaje de los edificios o sus partes y la absorción de la radiación por las envolventes de los edificios y sus elementos [7]. (Majcher et al., 2020). Efectivamente nuestra investigación tiene como principal objetivo el blindaje nuestras viviendas para evitar el ingreso de las ondas electromagnéticas en nuestros hogares, para ello realizamos el estudio de diferentes materiales que podrían ayudarnos a bloquear, o absorber esa energía electromagnética. Los problemas que sufrimos los países en vías de desarrollo es la desinformación y el poco interés por la investigación sobre tecnologías actuales, si bien es cierto traen desarrollo, comodidades sin embargo no vemos el otro lado; es decir las consecuencias que traen consigo.

El acero es un componente estructural dominante utilizado en la construcción, por otro lado, el acero también se utiliza por sí solo, como en el caso de los cables en los puentes atirantados. El blindaje de interferencia electromagnética (EMI) se refiere al bloqueo de la radiación electromagnética en los regímenes de ondas de radio y microondas, este blindaje es necesario debido a la interacción del campo eléctrico en la radiación electromagnética con los electrones en las líneas conductoras en un dispositivo electrónico, como una computadora (Ozturk & Chung, 2021) [8]. En mis primeras investigaciones dentro de la universidad también plateé blindar las viviendas con mallas de acero simulando así una jaula de Faraday que como bien sabemos, dentro de una superficie cerrada de un material metálico el campo electromagnético es nulo.

El campo eléctrico

Una cantidad vectorial, es la fuerza por unidad de carga que se ejerce sobre una carga de prueba en cualquier punto, siempre que la carga de prueba sea tan pequeña que no perturbe las cargas que generan el campo. El campo eléctrico producido por una carga puntual está dirigido radialmente hacia fuera de la carga o hacia ella.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \tag{1}$$

El campo magnético

Un campo magnético se representa gráficamente con líneas de campo magnético. Para un punto cualquiera, una línea de campo magnético es tangente a la dirección de en ese punto. Donde las líneas de campo están muy cercanas entre sí, la magnitud del campo es grande y viceversa.

$$\vec{B} = \frac{\Phi}{A} \tag{2}$$

Principio de la Jaula de Faraday

Se conoce como jaula de Faraday al efecto por el cual el campo electromagnético en el interior de un conductor en equilibrio es nulo, anulando el efecto de los campos externos. Basándonos en este principio realizaremos nuestra investigación, tratando de simular una vivienda como una jaula de Faraday.

Así mismo este principio aplica de manera inversa, es decir el campo electromagnético producido dentro de una superficie cerrada es anulada en el exterior. Posteriormente, en otro estudio también haremos uso de este principio, para las aplicaciones de protección de redes y seguridad informática.

En el campo de la construcción, el interés por nuevos materiales de construcción ecológicos está aumentando debido al agotamiento de los recursos, la contaminación ambiental y el cambio climático, y se han realizado estudios de propiedades electromagnéticas sobre nuevos materiales [9] (Cho et al., 2021). Recientemente, entre varios materiales de construcción ecológicos, la madera transparente, que se fabrica modificando la madera químicamente ya se puede usar en lugar del vidrio para interiores y exteriores.

El problema más difícil del mundo moderno de alta tecnología es la protección de un organismo vivo de los efectos de la radiación en la existencia de tecnología nuclear en todos los ámbitos de la vida diaria [10] (Rudnov, Belyakov, y Galiakhmetov, 2018) Los más conocidos y utilizados para proteger a un organismo vivo del uso de materiales de cultivo son los metales pesados (plomo, arrabio, etc.), aunque su aplicación no siempre está justificada, y la investigación sobre el desarrollo de análogos es llevado a cabo constantemente en todo el mundo.

II. MÉTODOS

En la presente investigación, la población está representada por el número de mediciones realizadas en las distintas horas del día durante una semana para una mayor cantidad de muestras y variaciones. Así que serán clasificados de acuerdo con las partes del día: mañana, tarde y noche debido a las variaciones que podrían tener a través del tiempo. Las respectivas medidas se tomaron en mi vivienda, con el instrumento Gaussímetro y/o aplicación del smartphone como: EMF analyser.

Día de medición: 12 de diciembre del 2022. Para el blindaje de una vivienda familiar lo planteamos de la siguiente manera, luego de la construcción (sin acabados), se procede a la colocación de paneles de aluminio en los muros y elementos

estructurales, posterior a ello podría realizarse el tarrajeo o en caso contrario dar otro acabado arquitectónico dándole un diseño al aluminio como lo realizan en algunos ascensores.

La fecha en que se realizó las pruebas, en la mañana contaba con una temperatura promedio de 12 °C, por la tarde con 21 °C y por la noche con 10 °C, sin embargo, la temperatura no afecta en gran medida las pruebas, pero sí nos aseguramos de que no haya tormentas eléctricas, ya que en pruebas pasadas nos perjudicaba la experimentación.

Al no contar con una vivienda en la cual podamos realizar la experimentación a escala real, mi investigación se basa en una maqueta construida a escala de la vivienda, y/o cualquier otra vivienda que nos sirva como ejemplo, para ello utilizamos los siguientes materiales y procedimiento para su adecuada simulación.

Materiales para la construcción de maquetas

- Muros, piso y losa: cartón, pluma o cartulina gruesa, espesor = 5mm
- Columnas y Vigas: en caso de construir columnas, lo cual no es necesario ya que nuestra función no es estructural sino de revestimiento así que se podría obviar, caso contrario utilizar el mismo material que los muros.
- Papel aluminio: se utilizó el papel aluminio comercial de espesor 0.2mm.
- Pegamento: el recomendable para trabajos con maquetas.

Dimensiones de Maqueta

Al ser una maqueta a escala, nos limitamos a construir una vivienda con la forma de un paralelepípedo para la facilidad de adherido con el papel aluminio y luego colocar el instrumento con cual realizaremos las mediciones.

Cuando el experimento se realice a una escala real, no habrá problemas con el anclaje de paneles de aluminio con los elementos estructurales, ya que las superficies serán de mayor dimensión.

El diseño de la maqueta se realizó con las siguientes especificaciones:

Largo = 40cm

Ancho = 100cm

Alto = 13cm

que representaría una vivienda de 8mx20mx2,6m.

Proceso Constructivo

Para la realización de este estudio no detallaremos el proceso constructivo desde la cimentación, sino se asumirá una vivienda ya construida sin acabados, las láminas metálicas se anclaran en los siguientes elementos: muros, vigas, columnas, parte inferior de la losa, y de ser necesario en el suelo, así logramos un blindaje completo de la vivienda, para los vanos se utilizaran puertas de aluminio y para las ventanas vidrio especial que reduzca el paso de las ondas electromagnéticas las cuales ya son comercializadas en España.

En este punto tendremos que realizar acabados arquitectónicos limitados, ya que el aluminio es un material no muy compatible con las pinturas, sin embargo, con los papeles adhesivos que actualmente son comercializados en el mercado por colores, figuras y detalles la arquitectura podría no ser un problema, sin embargo, no son parte de la investigación.

Realizado el anclaje de las láminas de aluminio podremos proceder ya a las respectivas mediciones de ser necesario en todos los ambientes de la vivienda, registraremos las mediciones para su posterior análisis en el siguiente capítulo.

Para la presente investigación construiremos una maqueta a escala que represente nuestra vivienda, asimismo realizaremos el blindaje con papel aluminio que es nuestro principal material para realizar nuestras pruebas.

Las dimensiones de las maquetas que el lector pueda utilizar en sus pruebas no afectarán mucho al experimento, siempre en cuando tenga el espacio suficiente para encerrar el instrumento de medición, así mismo los espesores de los muros no serán limitantes, se recomienda que sean lo suficientemente rígidos para poder realizar muchas pruebas y no colapse por fragilidad.

Al realizar el experimento asegurarse de no realizar las mediciones en épocas de tormentas eléctricas porque éstas sí ocasionaran variaciones de los resultados en gran medida, arrojando resultados que no serán típicos durante el año, a menos que sea una zona con constantes tormentas eléctricas, entonces los resultados obtenidos si tendrán coherencia y puede realizarse también la toma de mediciones para esa realidad.

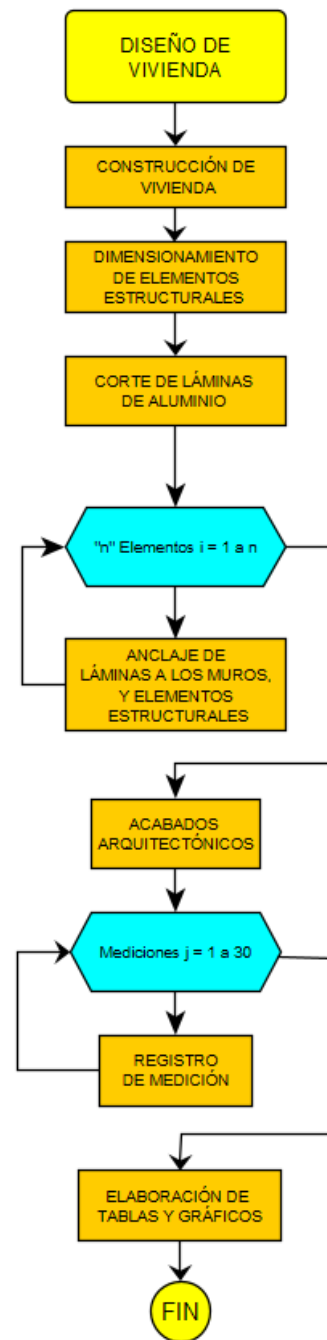


Fig. 1 Diagrama de flujo para construcción de maqueta.
Fuente: elaboración propia

III. RESULTADOS

Luego de realizar el procedimiento correcto ya descrito textual y mediante un diagrama de flujo en el Capítulo II, procedemos a detallar nuestros resultados obtenidos, organizándolos en tablas y gráficos comparativos para una mejor comprensión y análisis.

Tomar en cuenta que estos resultados podrían variar en un futuro al momento de corregir observaciones, ya que las tomas de datos son en un tiempo determinado, un clima determinado, lo cual en otras situaciones podrían variar, sin embargo, siempre que se tomen nuevas medidas, se irá actualizando todas las tablas, como los gráficos, hasta su presentación final.

Tabla 1. Medias realizadas sin blindaje de aluminio

MEDICIONES – MAÑANA (A)			
Categoría	N° Muestra	Medida	Unidad
Maqueta	1	73	uT
Maqueta	2	92	uT
Maqueta	3	62	uT
Maqueta	4	90	uT
Maqueta	5	56	uT
Maqueta	6	94	uT
Maqueta	7	66	uT
Maqueta	8	71	uT
Maqueta	9	74	uT
Maqueta	10	91	uT

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Medias realizadas con blindaje de aluminio

MEDICIONES – MAÑANA (B)			
Categoría	N° Muestra	Medida	Unidad
Maqueta	1	20	uT
Maqueta	2	24	uT
Maqueta	3	30	uT
Maqueta	4	14	uT
Maqueta	5	10	uT
Maqueta	6	15	uT
Maqueta	7	14	uT
Maqueta	8	26	uT
Maqueta	9	28	uT
Maqueta	10	12	uT

Fuente: elaboración propia

Las 2 primeras tablas nos muestran los resultados obtenidos durante la mañana del día 12 de diciembre, se pueden observar que obtuvimos valores muy altos de hasta 94uT sin el

blindaje de aluminio, pero con el blindaje de aluminio se logró bloquear en gran cantidad las ondas electromagnéticas obteniendo un valor máximo de 30uT. Lo cual representa una diferencia considerable.

Tabla 3. Medias realizadas sin blindaje de aluminio

MEDICIONES – TARDE (A)			
Categoría	N° Muestra	Medida	Unidad
Maqueta	11	100	uT
Maqueta	12	71	uT
Maqueta	13	84	uT
Maqueta	14	91	uT
Maqueta	15	98	uT
Maqueta	16	72	uT
Maqueta	17	90	uT
Maqueta	18	51	uT
Maqueta	19	51	uT
Maqueta	20	72	uT

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Medias realizadas con blindaje de aluminio

MEDICIONES – TARDE (B)			
Categoría	N° Muestra	Medida	Unidad
Maqueta	11	16	uT
Maqueta	12	20	uT
Maqueta	13	27	uT
Maqueta	14	14	uT
Maqueta	15	22	uT
Maqueta	16	12	uT
Maqueta	17	28	uT
Maqueta	18	13	uT
Maqueta	19	21	uT
Maqueta	20	24	uT

Fuente: elaboración propia

Durante la tarde los valores máximos y mínimos de la medición (A) fueron 100uT y 51 uT respectivamente, frente a los 28uT y 12 uT de las mediciones (B) con blindaje de aluminio, obteniendo también resultados muy favorables ya que se obtienen diferencias muy notables.

Tabla 5. Medias realizadas sin blindaje de aluminio

MEDICIONES – NOCHE (A)			
Categoría	N° Muestra	Medida	Unidad
Maqueta	21	68	uT
Maqueta	22	69	uT
Maqueta	23	75	uT
Maqueta	24	83	uT
Maqueta	25	101	uT
Maqueta	26	98	uT
Maqueta	27	68	uT
Maqueta	28	99	uT
Maqueta	29	87	uT
Maqueta	30	80	uT

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Medias realizadas con blindaje de aluminio

MEDICIONES – NOCHE (B)			
Categoría	N° Muestra	Medida	Unidad
Maqueta	21	17	uT
Maqueta	22	22	uT
Maqueta	23	11	uT
Maqueta	24	20	uT
Maqueta	25	21	uT
Maqueta	26	16	uT
Maqueta	27	15	uT
Maqueta	28	25	uT
Maqueta	29	21	uT
Maqueta	30	27	uT

Fuente: elaboración propia

Ya con los resultados obtenidos con anterioridad podríamos haber deducido nuestros últimos resultados, siendo también favorables con un dato máximo y mínimo de 101uT y 68uT respectivamente de la vivienda sin blindaje (A), frente a los máximos y mínimos 27uT y 11uT respectivamente de la vivienda con blindaje de aluminio (B).

Con estos valores procedemos a realizar el análisis de exposiciones a las ondas electromagnéticas durante las horas del día, para ello organizamos los gráficos por día, tarde y noche, comparando las 10 mediciones realizadas en la vivienda sin blindaje, y las 10 mediciones realizadas en la vivienda con el blindaje de aluminio.

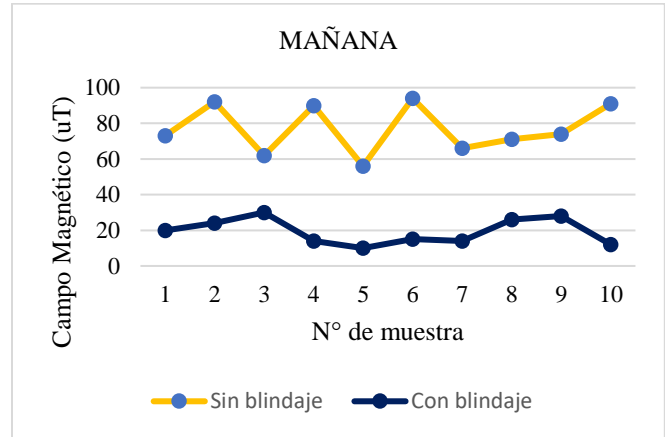


Fig. 2 Comparativa durante la mañana
Fuente: elaboración propia

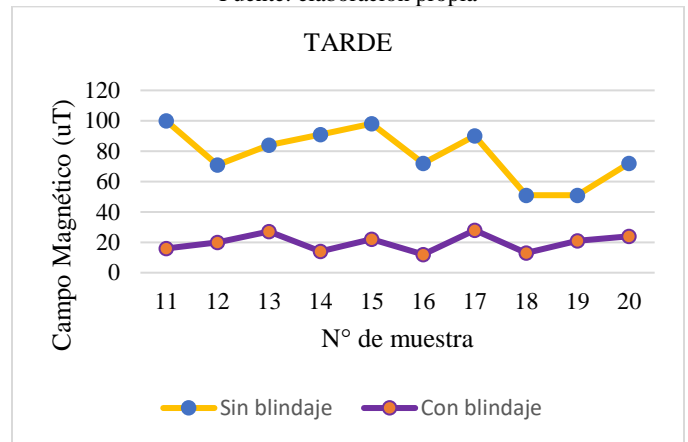


Fig. 3 Comparativa durante la tarde
Fuente: elaboración propia

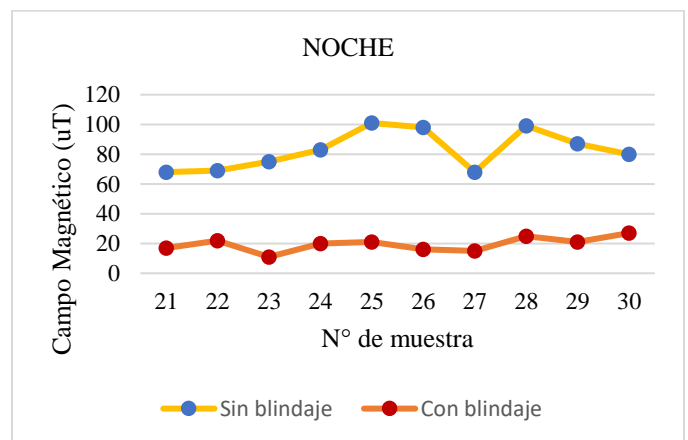


Fig. 4 Comparativa durante la noche
Fuente: elaboración propia

Las figuras mostradas nos ayudan a entender de mejor manera las variaciones de campos electromagnéticos, para unas medidas tomadas en una maqueta a escala situada en diferentes ambientes de la vivienda estudiada, nos arrojan resultados favorables lo cual podría darnos mayor confianza para optar por esta modalidad de construcción sin embargo menciono que para esta investigación no estoy considerando el incremento del precio por la implementación de este blindaje, lo cual podría ser materia de estudio para una próxima publicación.

IV. DUSCUSION Y CONCLUSIONES

DISCUSIONES

Los compuestos de protección contra interferencias electromagnéticas de matriz polimérica homogénea son adecuados para aplicaciones donde el requisito de rendimiento de protección contra interferencias electromagnéticas no es tan exigente, mientras que la producción en masa y la aplicación son necesarias ya que en su mejor desempeño no supera los 30% de eficiencia ref. [1]. Mientras que nuestras pruebas muestran resultados más favorables y logrando en promedio de un 70% de blindaje contra ondas electromagnéticas.

Los compuestos poliméricos obtenidos con partículas de carbono, fibras de carbono o partículas metálicas logran un gran resultado, el panel compuesto bajo el alias S3 está designado como el mejor material de blindaje a 6000MHz con un resultado de 69 dB ref. [4]. Cuando se evaluaron los resultados de todas las pruebas de eficacia del blindaje electromagnético.

Con un espesor de muestra de 50 cm (TMV-50), la eficiencia de blindaje es de 0,5 a 31 dB ref. [6] siendo el relleno de lana mineral también un material de baja eficiencia sin embargo simple de emplear sobre todo en viviendas económicas de nuestra región.

CONCLUSIONES

La implementación del aluminio como blindaje contra ondas electromagnéticas en las viviendas, logró disminuir el ingreso de ondas electromagnéticas en gran medida, lo cual reflejaría resultados positivos para nuestra salud.

No solamente podemos proteger nuestra salud sino como adicionales e indirectamente, estaríamos protegiendo nuestros aparatos eléctricos que podría ser valiosos por su alto coste.

Sin embargo, la implementación del aluminio como blindaje podría resultar costoso en familias de bajos recursos, pero aun así podría ser implementado en zonas donde se pasa mayor tiempo, como por ejemplo los dormitorios, ya que una

persona promedio duerme aproximadamente 8h, o incluso solamente en los dormitorios de los menores de edad de casa.

El reflejo y absorción de las ondas electromagnéticas por este método representa soluciones económicas con respecto a las otras investigaciones debido a que es un material que puede fácilmente conseguir en el mercado, los distintos países ya se encuentran desarrollando nuevos métodos y construyendo nuevos materiales, sin embargo, es tecnología que tardará mucho tiempo en llegar a nuestro país.

REFERENCIAS

- [1] Liang, et al (2021). Structural Design Strategies of Polymer Matrix Composites for Electromagnetic Interference Shielding. <https://doi.org/10.1007/s40820-021-00707-2>.
- [2] Anón s. f. (2020). Building science and radiofrequency radiation: What makes smart and healthy buildings. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106324>.
- [3] Wang, et al (2021). Healable polyurethane/carbon nanotube composite with segregated structure for efficient electromagnetic interference shielding. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2020.108446>.
- [4] D Soyaslan, Devrim (2021). High structural insulation composite material development with electromagnetic protection effect reinforced with carbon fibers and particles. <https://doi.org/10.1177/1528083719883050>.
- [5] Li, et al (2021). Leather-like hierarchical porous composites with outstanding electromagnetic interference shielding effectiveness and durability. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2021.109272>
- [6] M. Pavlík, J. Zbojovský, L. Kruželák y M. Ivančák, (2018). The shielding effectiveness of building material-brick filled with mineral wool. DOI: 10.1109/CANDO-EPE.2018.8601158
- [7] Majcher, et al (2020). Methods of Protecting Buildings against HPM Radiation—A Review of Materials Absorbing the Energy of Electromagnetic Waves. <https://doi.org/10.1080/09205071.2021.1891975>
- [8] Ozturk & Chung (2021). Radio-wave shielding behavior of steel structures <https://doi.org/10.1080/09205071.2021.1891975>
- [9] Cho, et al (2021). Analysis of the electromagnetic properties of eco-friendly transparent wood <https://doi.org/10.1002/mop.32385>
- [10] Rudnov, Belyakov, y Galiakhmetov, (2018). New concrete for protection from radiation in the urals based on natural fillers <https://www.scientific.net/SSP.284.1042>