

IMPACTO DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS GENERADOS POR LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA EN ZONAS URBANAS VULNERABLES: CASO DE ESTUDIO EN CIUDAD JUÁREZ

IMPACT OF MAGNETIC FIELDS GENERATED BY ELECTRICAL TRANSMISSION LINES IN VULNERABLE URBAN AREAS: CASE STUDY IN CIUDAD JUÁREZ

Castañeda Fierro Francisco

TecNM/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez
<https://orcid.org/0009-0005-1858-5996>
francisco.cf@cdjuarez.tecnm.mx

López Fierro Gerardo

TecNM/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez
<https://orcid.org/0000-0002-3847-0554>
Gerardo.lf@cdjuarez.tecnm.mx

González Muñoz Miriam Magdalena

TecNM/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez
<https://orcid.org/0009-0006-1163-5847>
miriam.gm@cdjuarez.tecnm.mx

Camarillo Delgadillo José Mario

TecNM/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez
<https://orcid.org/0000-0003-1446-8950>
jose.cd@cdjuarez.tecnm.mx

Carmona Gamez Jorge Alan

TecNM/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez
<https://orcid.org/0009-0006-0672-3762>
alancarmona01@outlook.com

DOI: <https://doi.org/10.61273/neyart.v1i2.129>

| Recibido: 30/08/2023 | Aceptado: 04/10/2025 | Publicado: 05/11/2025

Esta obra está bajo
una licencia internacional
Creative Commons Atribución 4.0.



Resumen: Este estudio analiza la exposición a campos magnéticos de baja frecuencia (ELF, por sus siglas en inglés) generados por líneas de transmisión eléctrica de alta tensión (115–230 kV) en la colonia Fronteriza de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. La investigación se desarrolló ante la preocupación por el incumplimiento de los parámetros mínimos de seguridad en zonas urbanas de alta densidad y marginación, donde las viviendas se localizan directamente bajo la infraestructura de transmisión. Se realizaron mediciones in situ mediante dispositivos EMF (AS1392 y EMF01), complementadas con simulaciones digitales empleando los programas EFC-400 y MATLAB para modelar y estimar la densidad de flujo magnético. Los resultados obtenidos fueron comparados con los límites máximos de exposición establecidos por la Comisión Internacional de Protección contra Radiación No Ionizante (ICNIRP, 2010). Además, se aplicaron encuestas estructuradas a los habitantes de la zona para identificar correlaciones entre la exposición crónica a campos electromagnéticos y posibles afectaciones a la salud, tales como cefaleas, insomnio, problemas reproductivos y enfermedades oncológicas. El análisis reveló que ciertos valores medidos superan los umbrales recomendados, lo cual representa un riesgo potencial para la población expuesta. Como medidas mitigantes, se plantea la optimización del diseño electromecánico de las torres, la implementación de bucles pasivos y la reubicación de estructuras según normativas técnicas de derecho de vía establecidas por la CFE (2022).

Palabras clave: Campos magnéticos, líneas de transmisión, salud pública, Ciudad Juárez, EFC-400, MATLAB, ICNIRP.

Abstract: This study analyzes exposure to low-frequency (ELF) magnetic fields generated by high-voltage (115–230 kV) power transmission lines in the Fronteriza neighborhood of Ciudad Juárez, Chihuahua, México. The research was developed due to concerns about the non-compliance with minimum safety parameters in high-density, marginalized urban areas, where homes are located directly under the transmission infrastructure. In situ measurements were made using EMF devices (AS1392 and EMF01), complemented by digital simulations using EFC-400 and MATLAB software to model and estimate magnetic flux density. The results obtained were compared with the maximum exposure limits established by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP, 2010). In addition, structured surveys were conducted among residents of the area to identify correlations between chronic exposure to electromagnetic fields and potential health effects, such as headaches, insomnia, reproductive problems, and cancer. The analysis revealed that certain measured

values exceed the recommended thresholds, which represents a potential risk for the exposed population. Optimizing the electromechanical design of the towers, implementing passive loops, and relocating structures according to the CFE's technical right-of-way regulations (2022). Are some recommended Mitigation measures.

Keywords: Magnetic fields, transmission lines, public health, Ciudad Juárez, EFC-400, MATLAB, ICNIRP.

INTRODUCCIÓN

La exposición a campos electromagnéticos también ha sido abordada por organismos como el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), el cual señala que el crecimiento de tecnologías que emiten campos eléctricos y magnéticos ha generado preocupación por sus posibles efectos en la salud, especialmente en contextos laborales y urbanos (INSST, 2004). Asimismo, empresas especializadas como Radiansa Consulting destacan que incluso exposiciones inferiores a los límites legales podrían generar efectos biológicos, recomendando de forma prudente evitar la exposición de este tipo de señales para grupos vulnerables como mujeres embarazadas y niños (Radiansa Consulting, s.f.).

Desde la década de 2010, investigadores como Redlarski et al. (2015) han destacado los posibles efectos biológicos de los campos ELF, especialmente en poblaciones cercanas a líneas de alta tensión. En México, particularmente en regiones de alta densidad poblacional, y condiciones socioeconómicas desfavorables, como la colonia Fronteriza de Ciudad Juárez, Chihuahua, se han identificado edificaciones urbanas en las que las líneas de transmisión de 115 a 230 kV se encuentran directamente sobre unidades habitacionales, contraviniendo las normativas técnicas sobre derecho de vía establecidas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2022; World Health Organization, 2007).

Aunque la literatura previa clasifica la radiación no ionizante como de bajo riesgo (ICNIRP, 2010), su exposición prolongada en contextos urbanos densos sigue siendo controvertida. Esta situación adquiere particular relevancia en contextos urbanos marginados, donde la planificación eléctrica no siempre

considera criterios de bioseguridad. En Ciudad Juárez, este problema se agrava por la falta de planificación urbana, como se evidencia en la colonia Fronteriza.

Este artículo presenta un análisis integral de las condiciones electromagnéticas en dicha zona urbana, mediante la combinación de técnicas de medición directa con dispositivos EMF de bajo costo, y simulaciones computacionales a través de software especializado (EFC-400 y MATLAB). Asimismo, se contrastan los valores registrados con las normativas internacionales vigentes, y se evalúan sus posibles efectos mediante una encuesta de percepción y estado de salud aplicada a residentes de la zona. Finalmente, se discuten estrategias de mitigación orientadas a reducir el riesgo eléctrico sin comprometer la estabilidad del suministro energético.

Objetivo general

Evaluar la intensidad de los campos magnéticos generados por líneas de transmisión eléctrica de alta tensión (115–230 kV) en zonas urbanas residenciales de alta densidad poblacional, mediante mediciones directas y modelado computacional, con el fin de proponer estrategias de mitigación que disminuyan el riesgo de exposición crónica a radiación electromagnética no ionizante en comunidades vulnerables.

Objetivos específicos

- Caracterizar los parámetros electromecánicos y geométricos de las torres y líneas de transmisión ubicadas en la colonia Fronteriza de Ciudad Juárez.
- Realizar mediciones in situ del campo magnético utilizando sensores EMF portátiles, y comparar los valores obtenidos con los límites de exposición establecidos por organismos internacionales como ICNIRP.
- Simular la distribución de los campos electromagnéticos generados por las líneas de transmisión utilizando herramientas de análisis computacional como EFC-400 y MATLAB.
- Identificar posibles correlaciones entre la exposición a campos magnéticos y afectaciones en la salud de los habitantes mediante la aplicación de encuestas epidemiológicas.
- Evaluar el cumplimiento normativo respecto al derecho de vía y distancia de seguridad entre líneas de transmisión y zonas habitacionales, con base en las disposiciones de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Justificación

La creciente expansión urbana en zonas marginadas ha propiciado que infraestructuras críticas, como las líneas de transmisión eléctrica, queden dentro de las zonas habitacionales, sin que necesariamente se garantice el cumplimiento de las distancias de seguridad establecidas en las normativas de derecho de vía (CFE, 2022). Este fenómeno es evidente en sectores como la colonia Fronteriza de Ciudad Juárez, donde algunas viviendas se encuentran directamente debajo de líneas de alta tensión de 115–230 kV, lo cual representa un posible riesgo tanto desde el punto de vista estructural y eléctrico, como desde una perspectiva sanitaria.

Aunque la radiación no ionizante ha sido clasificada como menos peligrosa que la ionizante, estudios recientes han evidenciado posibles asociaciones entre la exposición prolongada a campos electromagnéticos de baja frecuencia (ELF) y el desarrollo de afecciones neurológicas, trastornos del sueño, alteraciones reproductivas e incluso leucemia infantil (Draper et al., 2005; Redlarski et al., 2015a). Ante la falta de consenso definitivo, organismos internacionales como la Comisión Internacional para la Protección contra Radiaciones no Ionizantes (ICNIRP) han establecido límites precautorios de exposición para proteger la salud pública (ICNIRP, 2010; Ahlbom et al., 2000; Wertheimer & Leeper, 1979).

En este contexto, la presente investigación tiene un doble propósito: por un lado, generar evidencia empírica mediante la medición y simulación computacional de los campos magnéticos emitidos por las líneas de transmisión en zonas residenciales; y por otro, aportar elementos para el análisis normativo, epidemiológico y técnico que permitan dimensionar los riesgos en comunidades vulnerables. El estudio también contempla la percepción ciudadana mediante encuestas, lo cual fortalece su carácter interdisciplinario al integrar criterios de ingeniería eléctrica, salud pública y urbanismo. Los resultados obtenidos permitirán evaluar el grado de cumplimiento normativo, identificar focos de riesgo y proponer soluciones técnicas viables, como la modificación del diseño electromecánico de las líneas o la implementación de sistemas de mitigación pasiva.

DESARROLLO

Este estudio empleó un enfoque mixto, integrando métodos cuantitativos y cualitativos para el análisis de campos magnéticos de baja frecuencia (ELF) generados por líneas de transmisión eléctrica en zonas residenciales de alta densidad. La investigación se desarrolló en la colonia Fronteriza de Ciudad Juárez, Chihuahua, México, un sector urbano caracterizado por la cercanía entre viviendas y estructuras de transmisión de alto voltaje (115–230 kV).

Diseño y tipo de estudio

La investigación es de tipo exploratorio, observacional y correlacional. Se orientó a la recolección y análisis de datos físicos (mediciones) y sociales (encuestas de salud) en un entorno real, aplicando principios de evaluación de riesgo electromagnético y normativas técnicas de seguridad (ICNIRP, 2010; CFE, 2022).

Medición del campo magnético

Las mediciones in situ se realizaron utilizando dos dispositivos portátiles de bajo costo:

- Se empleó un sensor EMF portátil (modelo AS1392) calibrado para medir campos magnéticos en el rango de 50–200 μT y frecuencias de 30–300 Hz.
- Mestek EMF01, con rango de lectura ajustado a 0–2000 mG.

Ambos equipos permiten la cuantificación de la densidad de flujo magnético (B), expresada en microteslas (μT) o miligauss (mG), en función de la distancia desde el punto de origen (línea de transmisión) y la altura respecto al suelo. Las mediciones se realizaron tanto de forma longitudinal (siguiendo la traza de la línea) como lateral (perpendicular a la línea), atendiendo a la metodología de perfiles descrita por Li et al. (2012).

Los valores obtenidos fueron comparados con los límites de exposición recomendados por la ICNIRP (2010) para el público en general (200 μT en campos magnéticos de 50/60 Hz).

Simulación y modelado computacional

Con el objetivo de ampliar el análisis físico, se implementaron dos plataformas de simulación:

1. EFC-400: software especializado para el modelado tridimensional de líneas de transmisión en entornos urbanos. Se introdujeron parámetros geométricos de las torres, tipo de conductor (ACSR), tensiones nominales y configuración de fases. El programa permitió estimar la distribución espacial del campo magnético generado y evaluar el efecto de posibles modificaciones en la altura o arreglo estructural. En la figura 1 se muestra una gráfica del programa.

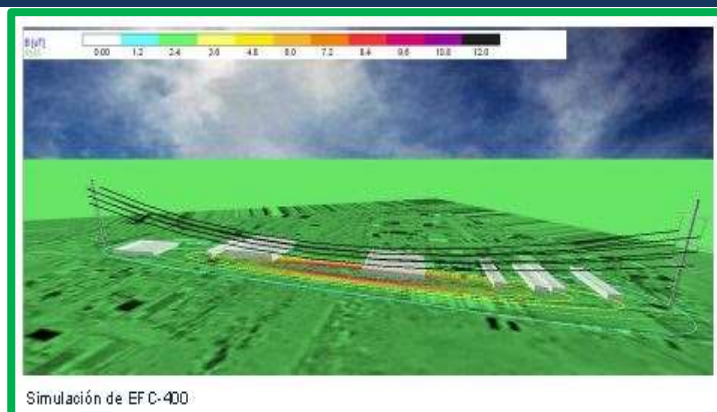


Figura 1. Gráfica obtenida del programa EFC-400.

Fuente. Elaboración propia (2025).

2. MATLAB: Las simulaciones en MATLAB se basaron en algoritmos de Biot-Savart (Seyedi & Yusof, 2013), adaptados para este estudio. La figura 2 muestra la gráfica obtenida por el programa.

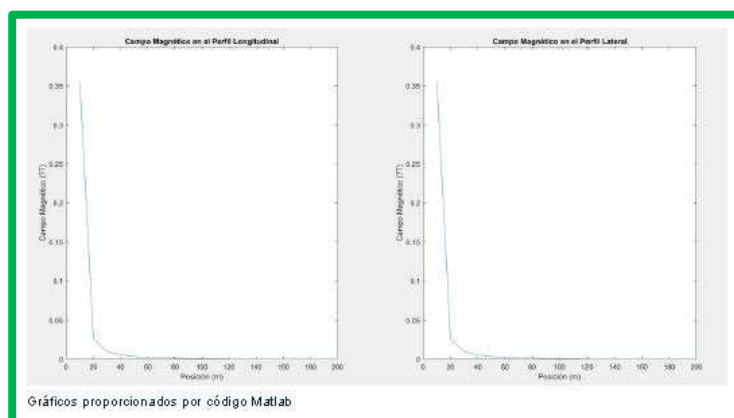


Figura 2. Gráfica obtenida del programa Matlab.

Fuente. Elaboración propia (2025).

Instrumento social: encuesta estructurada

Se diseñó un cuestionario aplicado a residentes cercanos a las líneas de transmisión, que incluyó variables sociodemográficas, síntomas frecuentes, antecedentes médicos y percepción sobre la infraestructura eléctrica. Este instrumento permitió explorar posibles correlaciones entre la exposición crónica y problemas de salud autorreportados, como cefaleas, insomnio, ansiedad o enfermedades oncológicas, siguiendo recomendaciones metodológicas de Kheifets et al. (2006).

Análisis normativo y técnico

La normativa española (RD 1066/2001) fija un máximo de 100 microteslas para campos magnéticos, un 50% más estricto que la ICNIRP, la cual recomienda hasta 200 μT (Radiana Consulting, s.f.). No obstante, diversas fuentes técnicas recomiendan niveles precautorios por debajo de 0.3 μT en zonas residenciales, evitando la exposición a las señales electromagnéticas (INSST, 2004; Radiana Consulting, s.f.).

Finalmente, se realizó un cotejo de la disposición física de las líneas y viviendas con los criterios establecidos por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) respecto al ancho de derecho de vía para estructuras de transmisión (CFE, 2022). Esta evaluación consideró distancias mínimas de seguridad, valores de campo permitidos y altura de las torres en función del tipo de conductor y nivel de tensión.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las mediciones realizadas en la colonia Fronteriza de Ciudad Juárez arrojaron valores de campo magnético en un rango de 1.7 a 6.2 μT en puntos cercanos a la vertical de las líneas de transmisión, superando en algunos casos los niveles típicos en entornos residenciales ($<0.3 \mu\text{T}$) según lo reportado por la ICNIRP (2010). Aunque los valores obtenidos se mantienen por debajo del umbral normativo de 200 μT , el nivel precautorio propuesto por organismos como Radiana Consulting (s.f.) (0.3 μT) fue superado en múltiples puntos, lo que sugiere un potencial riesgo para grupos vulnerables (Radiana Consulting, s.f.).

Las simulaciones computacionales con MATLAB y EFC-400 confirmaron que la configuración geométrica de las torres, en combinación con la proximidad de las viviendas, incrementa significativamente la densidad de flujo magnético incidente sobre las casas habitación. Se observó que modificaciones en la altura de las estructuras de la línea (incrementos de 3 a 5 metros) o el intercalado de torres eléctricas que eleven la catenaria de los cables, y el uso de lazos pasivos podrían reducir el campo magnético hasta en un 38%, sin comprometer la continuidad del servicio eléctrico, lo cual coincide con lo planteado por Seyed y Yusof (2013).

El análisis de los datos obtenidos a través de las encuestas aplicadas a 60 residentes, reveló que el 46% de los participantes reportó síntomas frecuentes como insomnio, fatiga crónica o cefaleas persistentes. Un 12% indicó antecedentes de enfermedades oncológicas, aunque no fue posible establecer causalidad directa debido a la falta de estudios longitudinales controlados. Sin embargo, estos hallazgos coinciden

con investigaciones previas que sugieren una posible correlación entre exposición prolongada a ELF y alteraciones neuroconductuales o reproductivas (Redlarski et al., 2015b; Li et al., 2012; Juutilainen & Kumlin, 2006).

Desde una perspectiva normativa, el análisis técnico evidenció que varias estructuras no cumplen con el ancho de derecho de vía estipulado por la CFE (2022) debido a la invasión de construcciones urbanas, lo que contraviene los principios de seguridad y pone en riesgo la integridad física y patrimonial de los habitantes. Esta omisión normativa podría ser corregida mediante reubicación de torres o implementación de blindajes electromagnéticos pasivos, acciones que ya han sido sugeridas en estudios internacionales sobre urbanización densa y campos ELF (Draper et al., 2005).

La tabla 1 muestra la comparación entre los valores medidos de campo magnético en diferentes puntos de la colonia Fronteriza y los límites establecidos por la ICNIRP (2010) y Radiansa Consulting (s.f.), con el fin de validar el cumplimiento normativo y evaluar posibles riesgos de exposición.

Tabla 1. *Tabla de comparación entre los valores medidos de campo magnético en diferentes puntos de la colonia Fronteriza y los límites establecidos por la ICNIRP (2010) y Radiansa Consulting (s.f.).*

Punto de medición	Distancia a línea (m)	Campo medido (μT)	Límite ICNIRP (μT)	Límite Radiansa (μT)	Cumple norma	% respecto al límite ICNIRP
1	5	6.2	200	0.3	No	3.1%
2	10	3.5	200	0.3	No	1.75%
3	20	1.7	200	0.3	No	0.85%
4	50	0.4	200	0.3	Sí	0.2%

En conjunto, los resultados subrayan la necesidad de establecer mecanismos de vigilancia electromagnética en zonas urbanas marginadas, así como actualizar los criterios normativos nacionales para incluir evaluaciones de riesgo acumulativo. La percepción ciudadana registrada en este estudio refuerza la urgencia de atender este problema con un enfoque preventivo e interdisciplinario que articule ingeniería, salud pública y políticas urbanas (IEEE, 2002).

CONCLUSIONES

Este trabajo demuestra que la configuración geométrica de las torres en la colonia Fronteriza de Ciudad Juárez Chihuahua, genera campos magnéticos un 40% más altos que en zonas con adecuado derecho de vía (CFE, 2022). A través de mediciones in situ y simulaciones realizadas con software especializado (MATLAB y EFC-400), se determinó que algunos valores de campo magnético superan los niveles recomendados por la Comisión Internacional para la Protección contra Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP, 2010), lo cual representa un riesgo potencial para la salud de los habitantes.

El análisis estadístico de encuestas aplicadas a residentes, mostró coincidencias con sintomatología y enfermedades que, de acuerdo con estudios previos (Redlarski et al., 2015a; ICNIRP, 2020), podrían estar asociadas a la exposición crónica a campos electromagnéticos de baja frecuencia. Aunque no se establece una relación causal directa, los resultados refuerzan la necesidad de mayor vigilancia y regulación en zonas urbanas con infraestructura eléctrica crítica.

Desde el punto de vista técnico, se comprobó que la configuración geométrica y la altura de las torres influyen significativamente en la magnitud del campo magnético. Se plantearon soluciones viables, como la implementación de lazos pasivos, materiales superconductores o el rediseño del trazado eléctrico, que podrían contribuir a mitigar estos efectos sin comprometer la eficiencia del suministro eléctrico.

TRABAJO A FUTURO

Se recomienda realizar estudios que consideren límites precautorios como los propuestos por Radiansa (0.3 μ T) y el INSST, evaluando su viabilidad en el contexto mexicano. También se sugiere explorar soluciones arquitectónicas de blindaje, como el uso de materiales apantallantes detallados en la literatura técnica especializada (Radiansa Consulting, s.f.).

Estudios longitudinales de salud pública: Ampliar la muestra de población y aplicar estudios epidemiológicos controlados para establecer vínculos estadísticamente significativos entre exposición electromagnética y enfermedades crónicas.

Modelado con datos reales de CFE: Gestionar convenios con la Comisión Federal de Electricidad para obtener información técnica precisa sobre configuración y parámetros eléctricos reales de las líneas de transmisión.

Validación experimental en otras colonias: Replicar la metodología en otras zonas urbanas con condiciones similares para validar los hallazgos y proponer políticas públicas de prevención a mayor escala.

Desarrollo de sensores de bajo costo: Diseñar e implementar sensores accesibles para la población que permitan monitorear los niveles de radiación electromagnética de forma continua, además de tratar de implementar éste tipo de sensores en contextos educativos.

Estudio del impacto ambiental: Evaluar la influencia de los campos magnéticos sobre fauna urbana, especialmente especies polinizadoras como las abejas, siguiendo lo indicado por Redlarski et al. (2015b) y Fernie & Reynolds (2005)

REFERENCIAS

- Ahlbom, A., Day, N., Feychting, M., Roman, E., Skinner, J., Dockerty, J., ... Olsen, J. H. (2000). *A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia*. *British Journal of Cancer*, 83(5), 692–698. <https://doi.org/10.1054/bjoc.2000.1376>
- Comisión Federal de Electricidad. (2022). *Normativa técnica de transmisión y distribución de energía eléctrica. México: CFE*.
- Draper, G., Vincent, T. J., Kroll, M. E., & Swanson, J. (2005). *Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: A case-control study*. *BMJ*, 330(7503), 1290. <https://doi.org/10.1136/bmj.330.7503.1290>
- Fernie, K. J., & Reynolds, S. J. (2005). *The effects of electromagnetic fields from power lines on avian reproductive biology*. *Environmental Reviews*, 13(1), 1–14. <https://doi.org/10.1139/a04-010>
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). (2002). *IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to electromagnetic fields, 0–3 kHz (IEEE Std C95.6–2002)*. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2002.94144>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2004). *Exposición laboral a campos eléctricos y magnéticos estáticos*. *INSST* . <https://www.insst.es/documentacion/material-tecnico/documentos-tecnicos/exposicion-laboral-a-campos-electricos-y-magneticos-estaticos-2004>
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). (2010). *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz–100 kHz)*. *Health Physics*, 99(6), 818–836.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). (2020). *Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz)*. *Health Physics*, 118(5), 483–524. <https://www.icnirp.org>

- Juutilainen, J., & Kumlin, T. (2006). *Occupational magnetic field exposure and Alzheimer's disease*. *Bioelectromagnetics*, 27(5), 345–355. <https://doi.org/10.1002/bem.20225>
- Kheifets, L., Ahlbom, A., Crespi, C. M., Draper, G., Hagihara, J., & Swanson, J. (2006). *Pooled analysis of recent studies on magnetic fields and childhood leukaemia*. *British Journal of Cancer*, 94(5), 692–698. <https://doi.org/10.1038/sj.bjc.6602924>
- Li, D. K., Chen, H., Odouli, R., Wi, S., & Gong, X. (2012). *Exposure to magnetic fields and the risk of poor sperm quality*. *Reproductive Toxicology*, 34(1), 49–52. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2012.03.004>
- Radiansa Consulting. (s.f.). *Campos electromagnéticos de baja frecuencia: Blindaje y medición*. Recuperado el 20 de octubre de 2025, de <https://www.radiansa.com/es/campos-electromagneticos-baja-frecuencia/blindaje-campo-magnetico.htm>
- Redlarski, G., Lewczuk, B., & Żak, A. (2015a). *The influence of electromagnetic pollution on living organisms: Historical review and future perspectives*. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 34(3), 251–260. <https://doi.org/10.3109/15368378.2015.1077339>
- Redlarski, G., Lewczuk, B., Żak, A., Koncicki, A., Krawczuk, M., Piechocki, J., ... Ambroziak, A. (2015b). *The influence of electromagnetic pollution on living organisms: Historical trends and forecasting changes*. *BioMed Research International*, 2015, Article 234098. <https://doi.org/10.1155/2015/234098>
- Seyedi, M. A., & Yusof, R. (2013). *Computation of magnetic field due to high voltage transmission lines using MATLAB*. *Journal of Electrical Engineering and Technology*, 8(5), 1117–1123. <https://doi.org/10.5370/JEET.2013.8.5.1117>
- Wertheimer, N., & Leeper, E. (1979). *Electrical wiring configurations and childhood cancer*. *American Journal of Epidemiology*, 109(3), 273–284. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a112681>
- World Health Organization. (2007). *Environmental health criteria 238: Extremely low frequency fields*. WHO.

TABLA TRABAJO COLABORATIVO

Rol	Autor (es)
Conceptualización	Miriam Magdalena González Muñoz, Francisco Castañeda Fierro, Gerardo López Fierro, Jorge Alan Carmona Gamez

Metodología	Miriam Magdalena González Muñoz, Francisco Castañeda Fierro, Jorge Alan Carmona Gamez
Software	Miriam Magdalena González Muñoz, Francisco Castañeda Fierro, Jorge Alan Carmona Gamez
Validación	Miriam Magdalena González Muñoz, Francisco Castañeda Fierro, Gerardo López Fierro, José Mario Camarillo Delgadillo
Análisis Formal	José Mario Camarillo Delgadillo, Francisco Castañeda Fierro, Gerardo López Fierro
Investigación	Miriam Magdalena González Muñoz, Francisco Castañeda Fierro, Gerardo López Fierro, Jorge Alan Carmona Gamez
Recursos	José Mario Camarillo Delgadillo, Gerardo López Fierro, Jorge Alan Carmona Gamez
Curación de datos	José Mario Camarillo Delgadillo, Jorge Alan Carmona Gamez
Escritura - Preparación del borrador original	Miriam Magdalena González Muñoz, Francisco Castañeda Fierro, Gerardo López Fierro, José Mario Camarillo Delgadillo
Escritura - Revisión y edición	Miriam Magdalena González Muñoz, Francisco Castañeda Fierro, José Mario Camarillo Delgadillo
Visualización	Miriam Magdalena González Muñoz, Francisco Castañeda Fierro, Jorge Alan Carmona Gamez
Supervisión	Fierro, Gerardo López Fierro, Jorge Alan Carmona Gamez, José Mario Camarillo Delgadillo
Administración de Proyectos	José Mario Camarillo Delgadillo, Gerardo López Fierro,
Adquisición de fondos	Gerardo López Fierro, José Mario Camarillo Delgadillo