

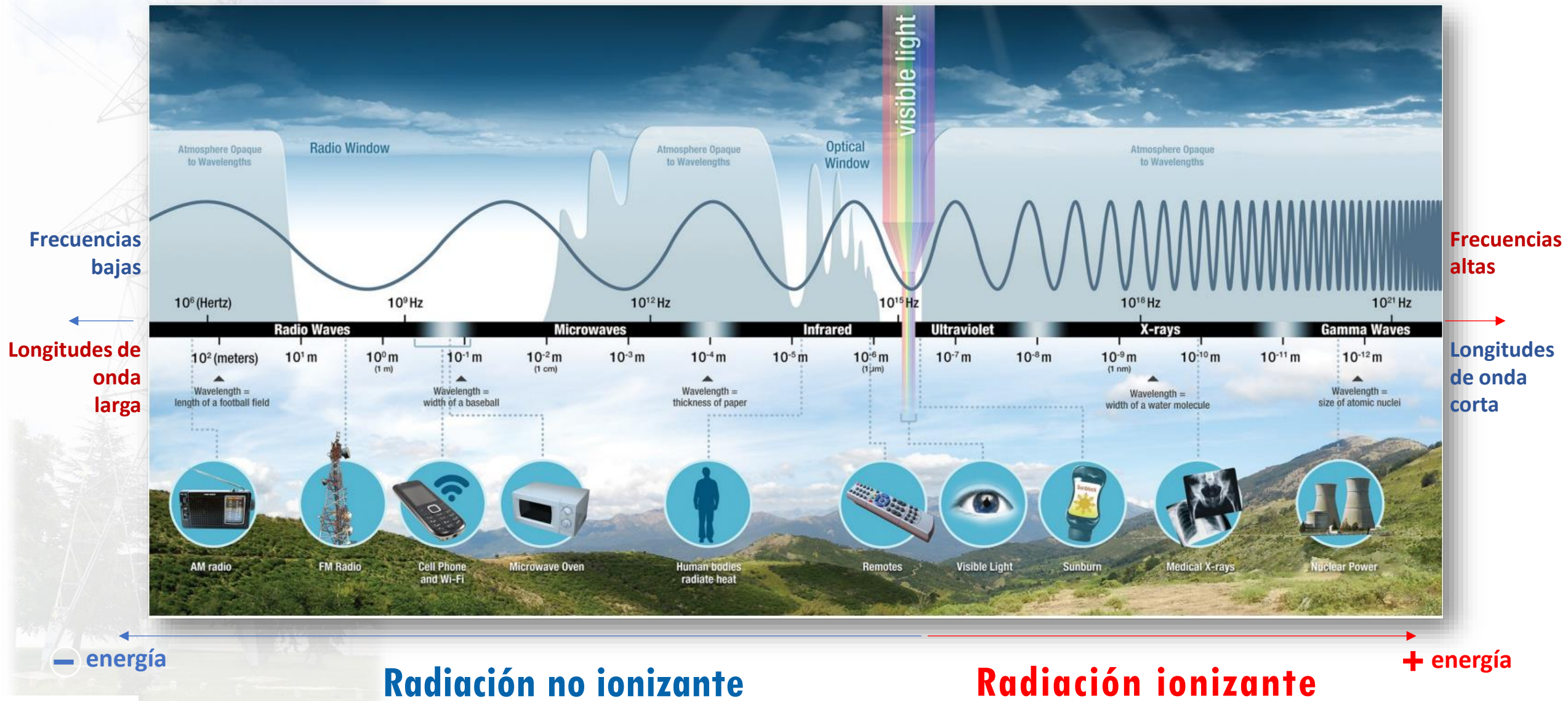
Campos magnéticos y líneas de alta tensión. Separando Ciencia de creencias

Arancha Sanchis Otero
Centro Nacional de Sanidad
Ambiental

Rebeca Ramis Prieto
Centro Nacional de
Epidemiología



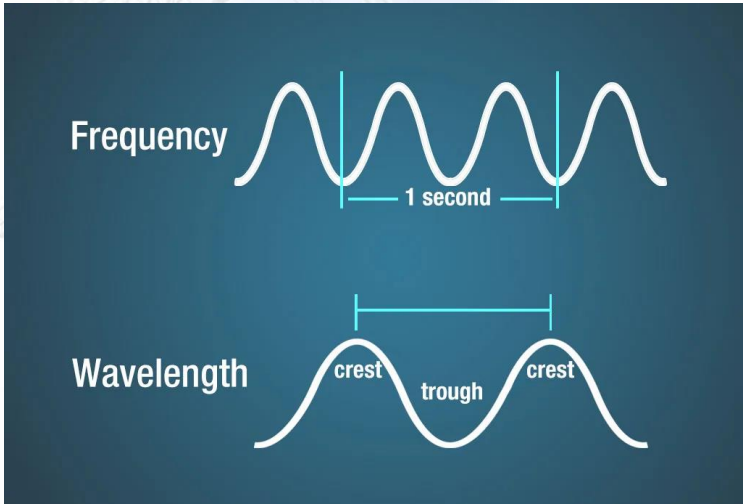
La radiación electromagnética



La radiación electromagnética

Descripción de la onda

FRECUENCIA Y LONGITUD DE ONDA



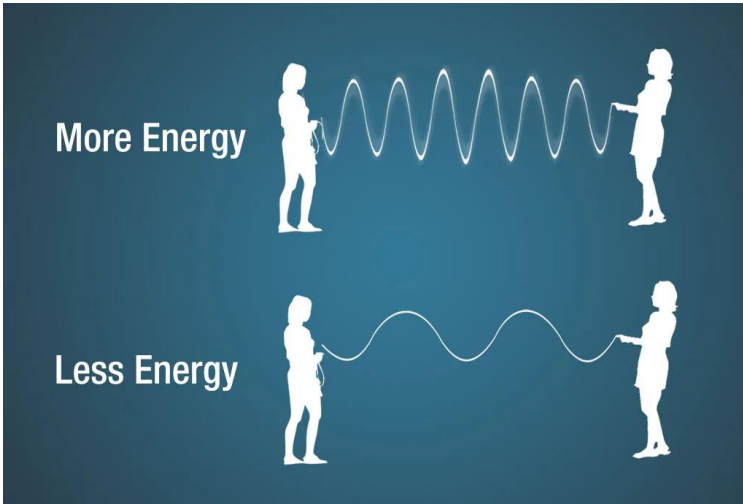
Frecuencia, f (Hz):
nº ondas por segundo

Longitud de onda, λ (m):
distancia de cresta a cresta

$$f = c / \lambda$$

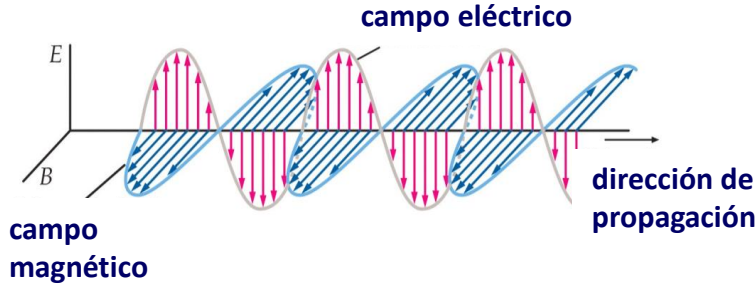
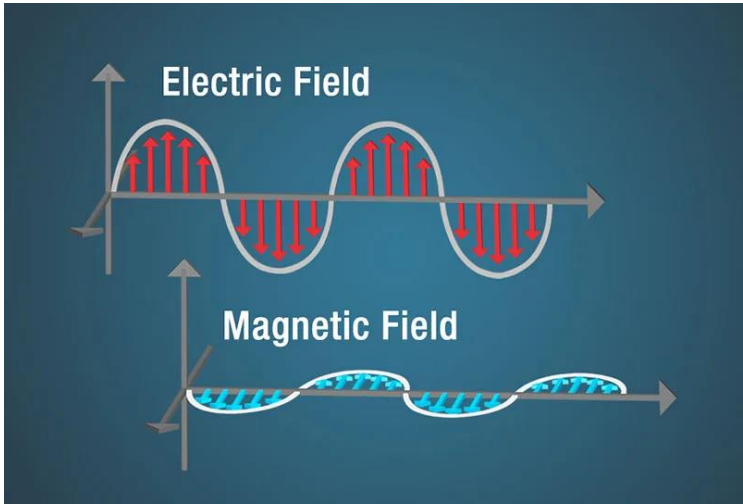
c , velocidad de la luz ($3 \cdot 10^8$ m/s)

ENERGÍA ASOCIADA



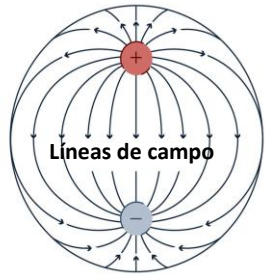
A mayor frecuencia de la onda,
mayor energía

COMPONENTES



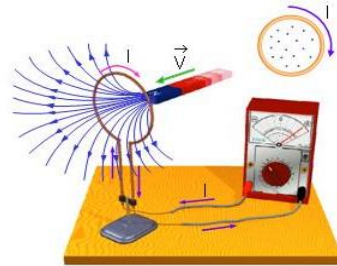
Campo eléctrico, magnético y electromagnético

✓ CAMPO ELÉCTRICO, E



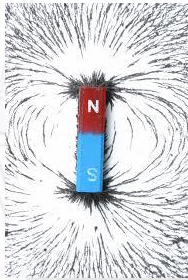
cargas eléctricas, q

Intensidad de campo eléctrico, E
Voltios/metro (V/m)



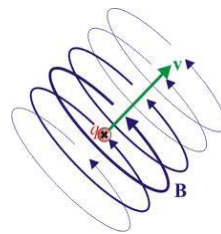
**campo magnético
variable**

✓ CAMPO MAGNÉTICO, H



imán

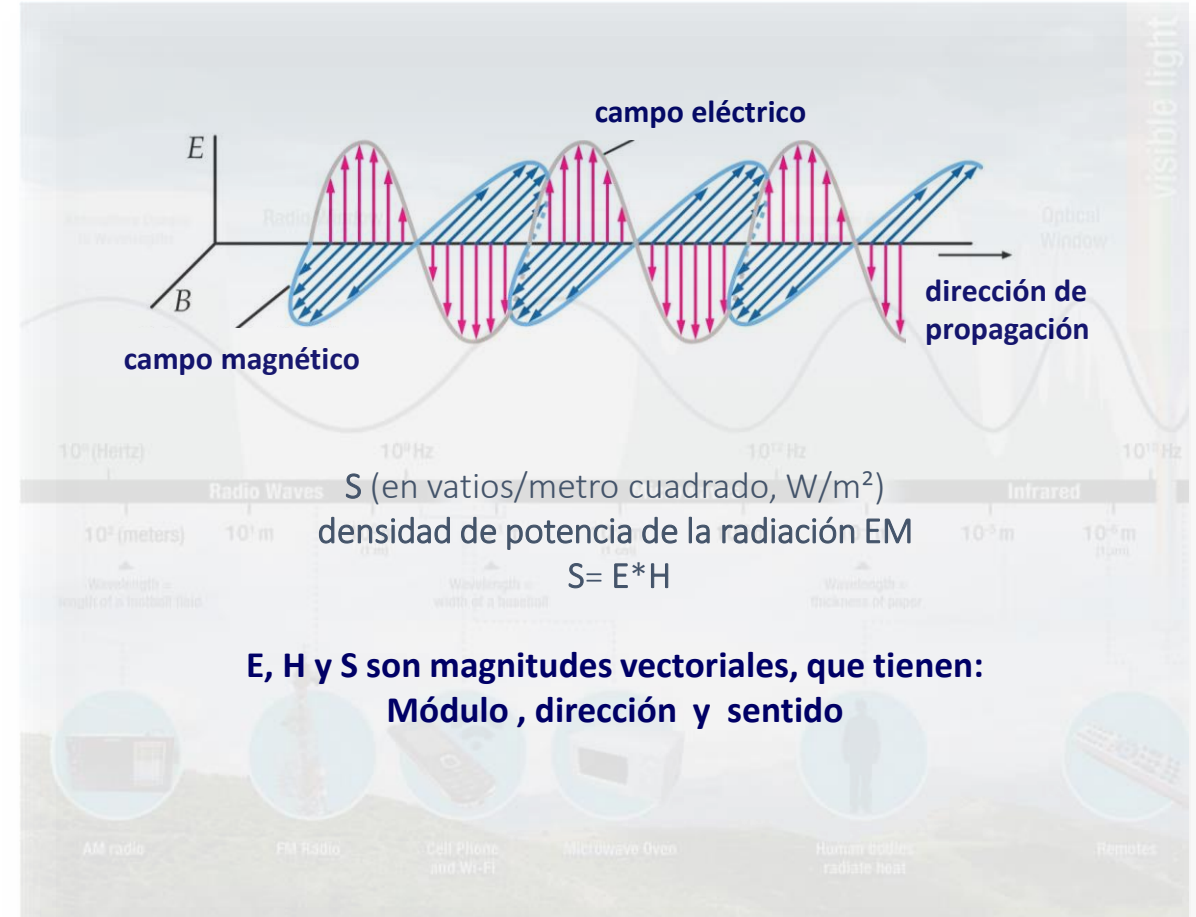
Densidad de flujo magnético, B
Testla (T) o Gauss (G)



carga eléctrica en movimiento

Intensidad de campo magnético, H
Amperios/metro (A/m)

$$B = \mu H$$

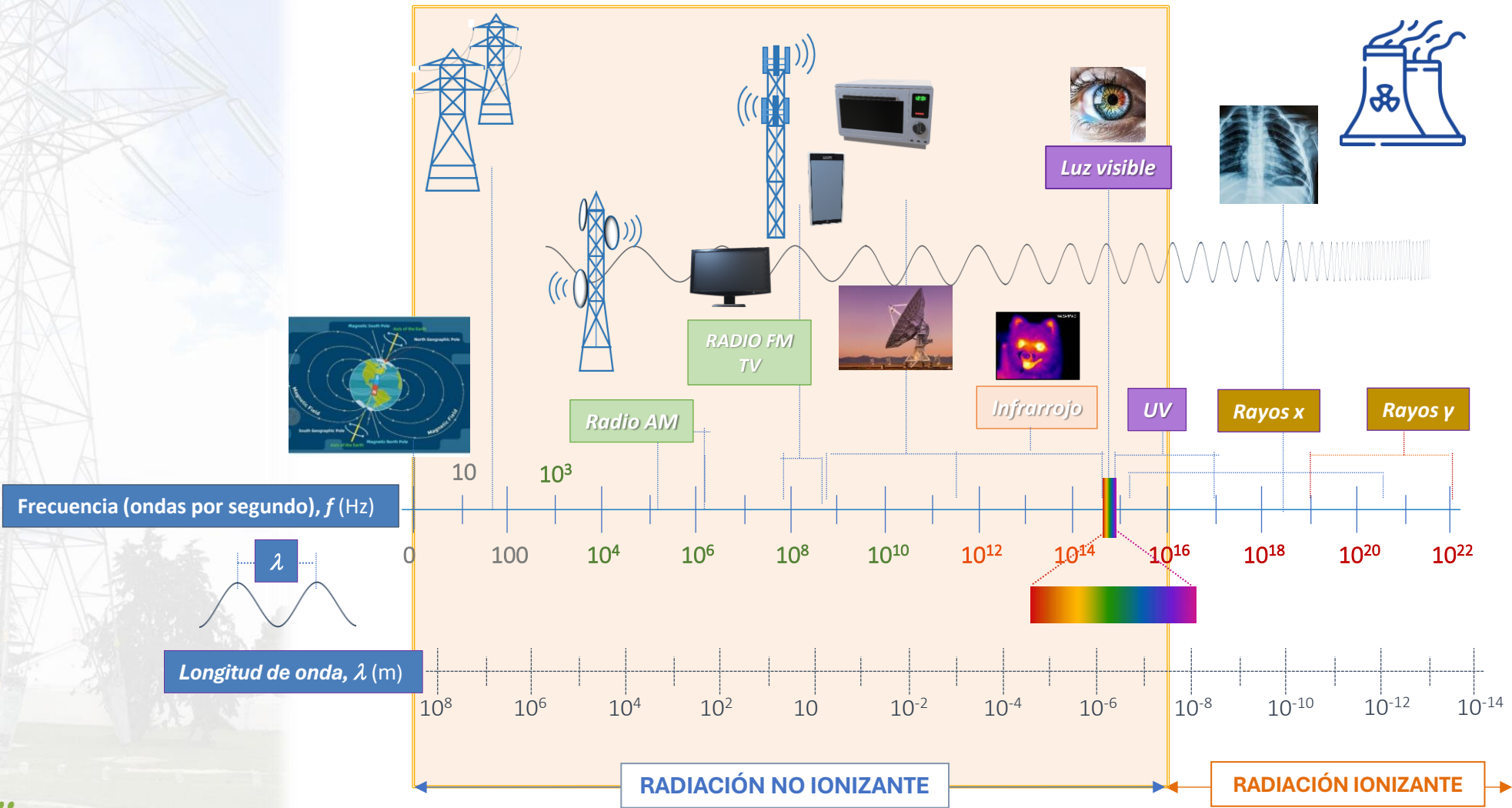


✓ **RADIACIÓN ELÉCTROMAGNÉTICA, CEM**

El espectro electromagnético (EM)

Campos eléctrico y magnético

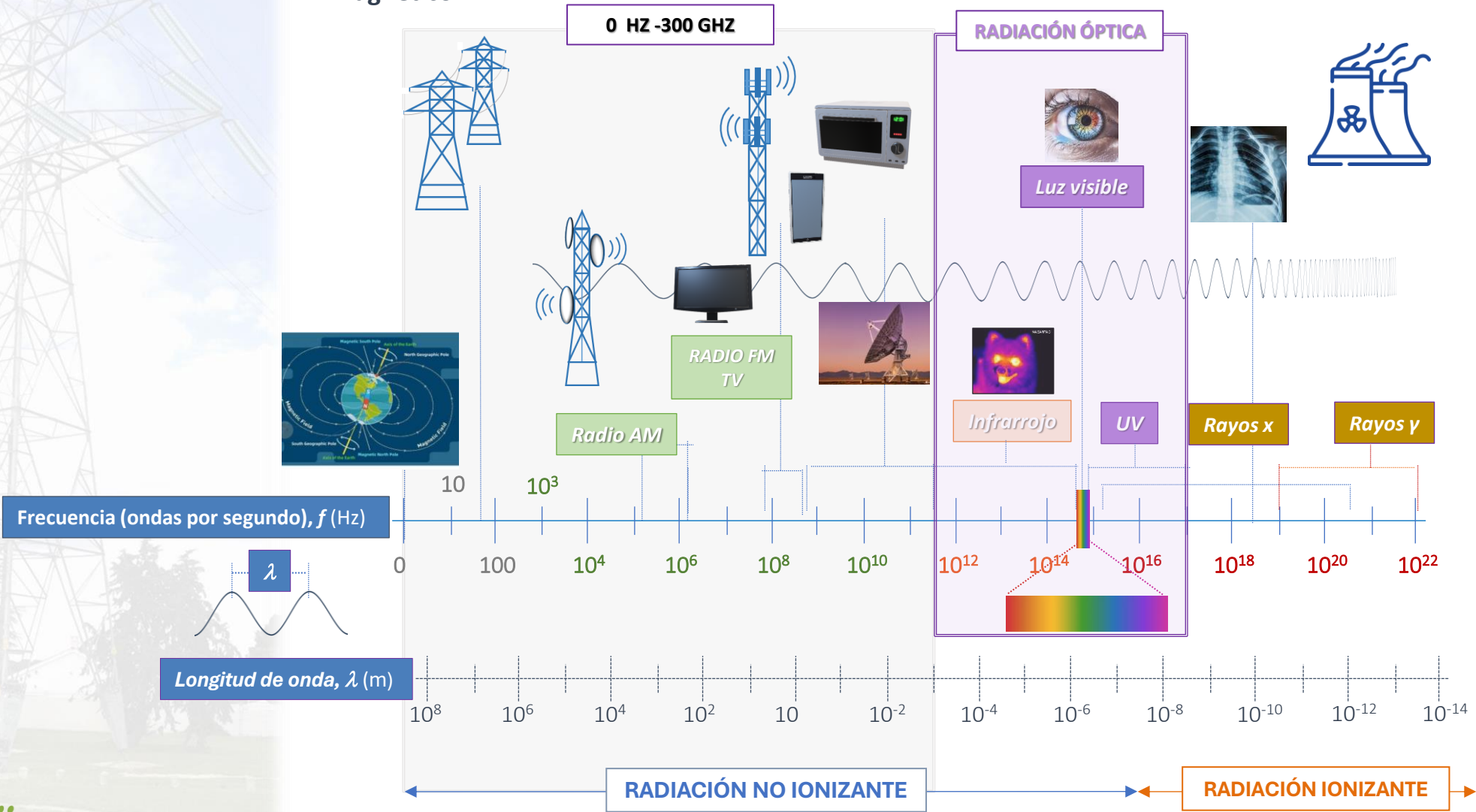
Radiación electromagnética



El espectro electromagnético EM

Campos eléctrico y magnético

Radiación electromagnética

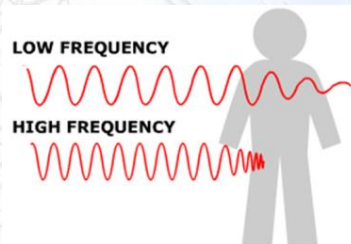


Salud Pública, Sanidad Ambiental y Radiaciones no ionizantes

EFFECTOS ADVERSOS RNI

EFFECTOS AGUDOS

Altas intensidades pueden provocar efectos para la salud a corto plazo



FRECUENCIAS BAJAS :

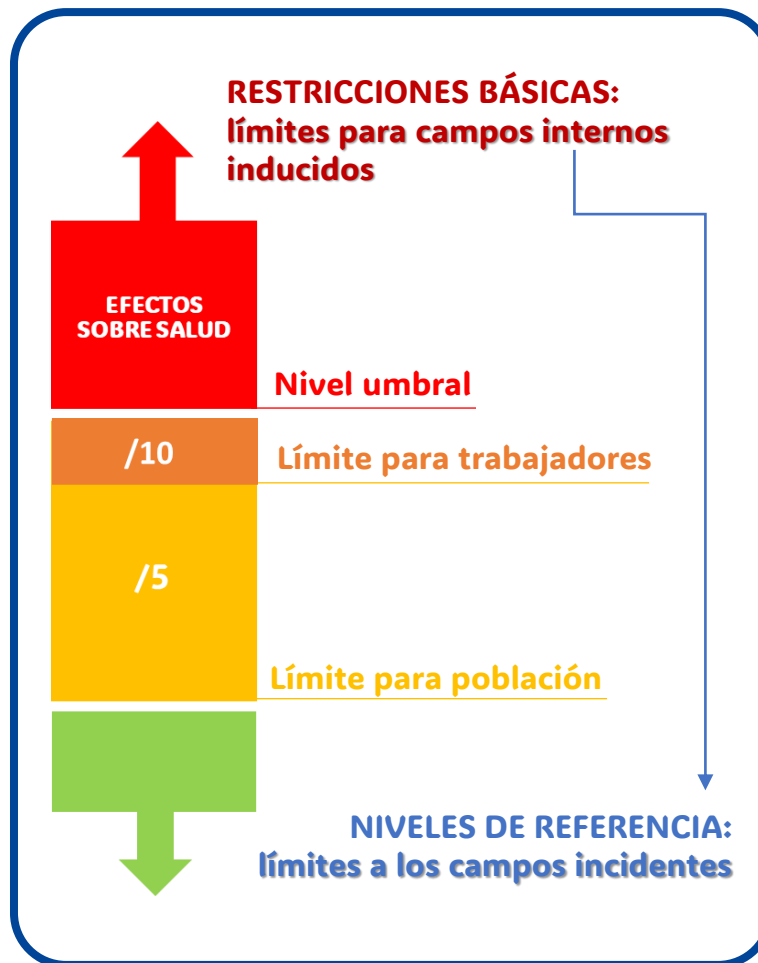
- Estimulación directa de tejidos eléctricamente excitables(nervioso y muscular)

- Inducción de fosfenos en la retina

FRECUENCIAS ALTAS:

- Efectos térmicos por absorción de energía en los tejidos

ESTABLECIMIENTO DE LÍMITES

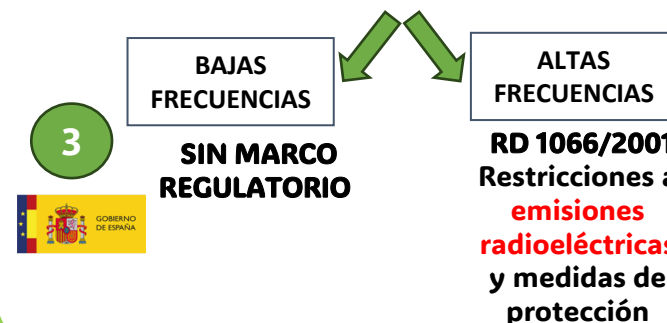


MARCO NORMATIVO

- 1 Directrices internacionales para la protección frente a efectos adversos A CORTO PLAZO y COMPROBADOS de la exposición a RNI
ICNIRP

ICNIRP 1998 (0 Hz a 300 GHz)
Actualizadas en ICNIRP 2009, 2010 y 2020

- 2 Recomendación del Consejo UE 1999/519/CE relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz)



Actualización prevista a partir de 2025

Establecimiento de límites de protección

RESTRICCIONES BÁSICAS:
límites para campos internos inducidos

EFFECTOS
SOBRE SALUD

Nivel umbral

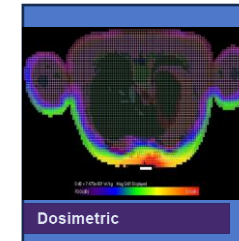
/10

Límite para trabajadores

/5

Límite para población

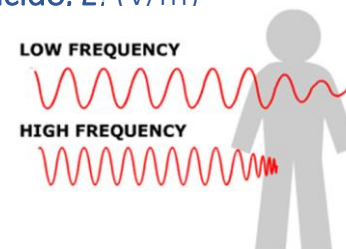
- Revisar la literatura científica



- Determinar efectos adversos para la salud
- Identificar el nivel umbral dañino
- Aplicar factor de reducción y establecer **RESTRICCIONES BÁSICAS**

RESTRICCIÓN BÁSICA BAJA FREC:

Campo eléctrico inducido, E , (V/m)



RESTRICCIÓN BÁSICA ALTA FREC:

Tasa de energía específica absorbida, SAR (W/Kg)

Establecimiento de límites de protección

RESTRICCIONES BÁSICAS:
límites para campos internos inducidos

**EFFECTOS
SOBRE SALUD**

Nivel umbral

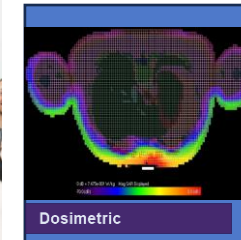
/10

Límite para trabajadores

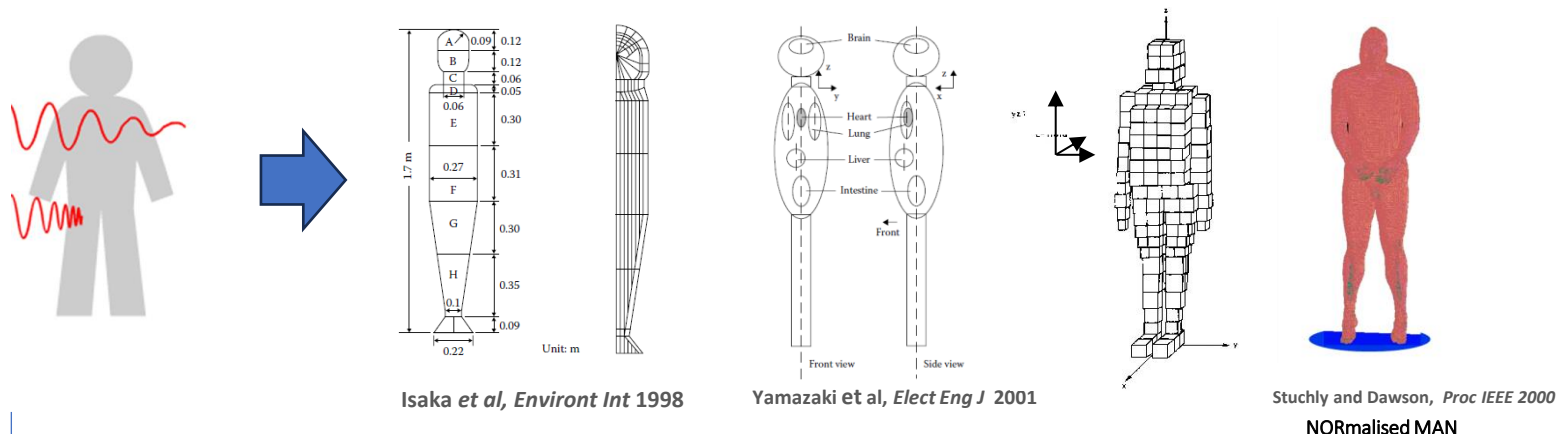
/5

Límite para población

- Revisar la literatura científica



- Determinar efectos adversos para la salud
- Identificar el nivel umbral dañino
- Aplicar factor de reducción y establecer **RESTRICCIONES BÁSICAS**



- Establecer **NIVELES DE REFERENCIA** (magnitudes externamente medibles) asociadas a las **RESTRICCIONES BÁSICAS**.

Establecimiento de límites de protección

RESTRICCIONES BÁSICAS:
límites para campos internos inducidos

EFFECTOS
SOBRE SALUD

Nivel umbral

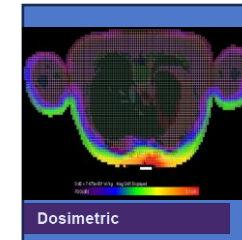
/10

Límite para trabajadores

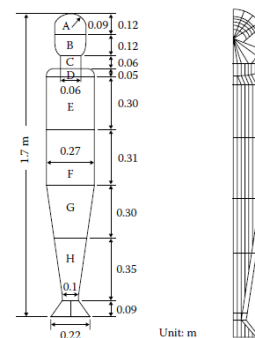
/5

Límite para población

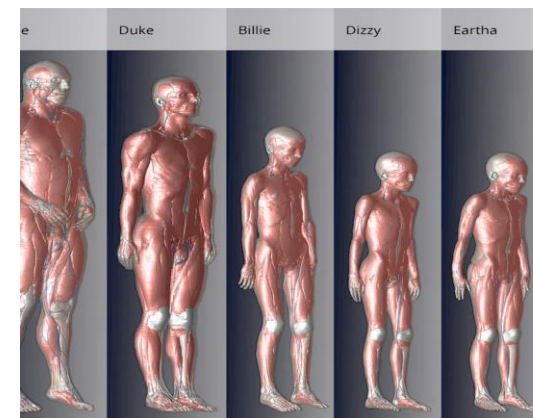
- Revisar la literatura científica



- Determinar efectos adversos para la salud
- Identificar el nivel umbral dañino
- Aplicar factor de reducción y establecer **RESTRICCIONES BÁSICAS**



Isaka et al, *Environ Int* 1998



Sim4Life Virtual population



Stuchly and Dawson, *Proc IEEE* 2000
NORmalised MAN

- Establecer **NIVELES DE REFERENCIA** (magnitudes externamente medibles) asociadas a las **RESTRICCIONES BÁSICAS**.

Directrices ICNIRP

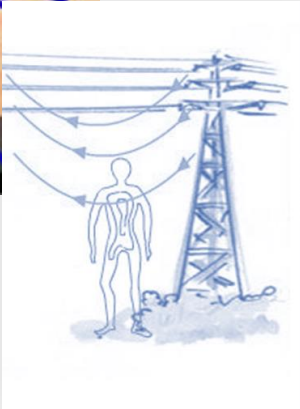
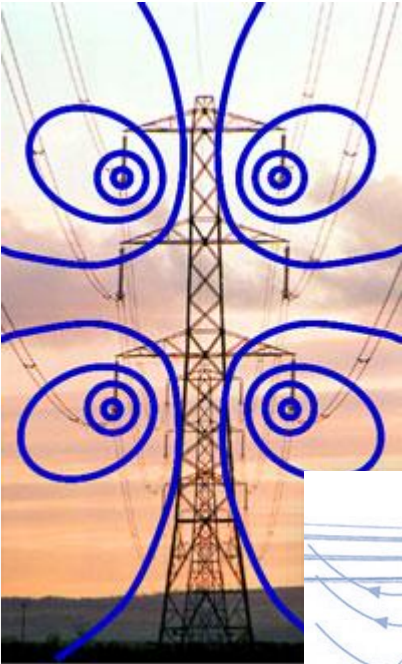
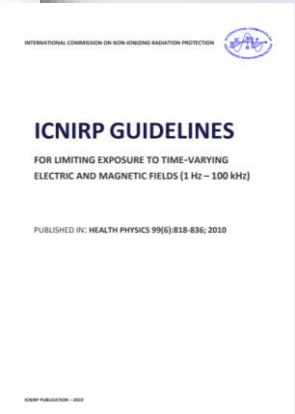
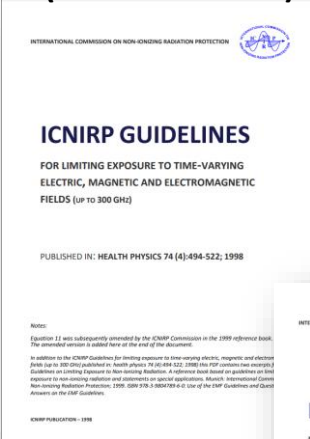
Límites recomendados a 50 Hz

CAMPO MAGNÉTICO 50 Hz

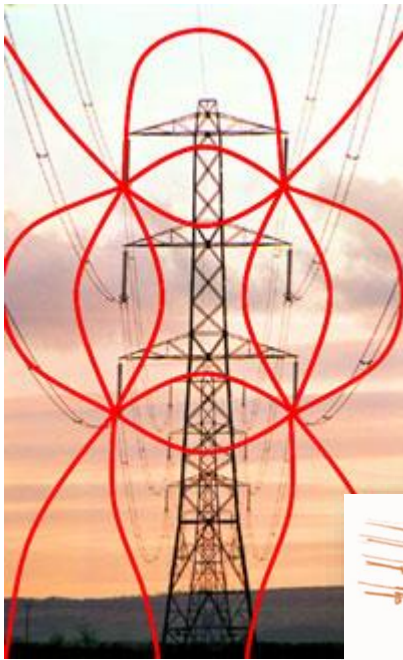
CAMPO ELÉCTRICO 50 Hz

1998
(0 Hz a 300 GHz)

2010
(1 Hz a 100 kHz)



ICNIRP 1998 $B_{max} = 100 \mu T$
ICNIRP 2010 $B_{max} = 200 \mu T$



ICNIRP 1998 $E_{max} = 5 \text{ kV/m}$
ICNIRP 2010 $E_{max} = 5 \text{ kV/m}$

Estos niveles previenen de efectos agudos demostrados de CM y CE de 50 Hz: estimulación directa de tejidos eléctricamente excitables(nervioso y muscular), e inducción de fosfenos en la retina

Efectos crónicos de los CM 50 Hz

Cáncer

PARKINSON

ALZHEIMER

ELA

Hipersensibilidad

Comportamiento

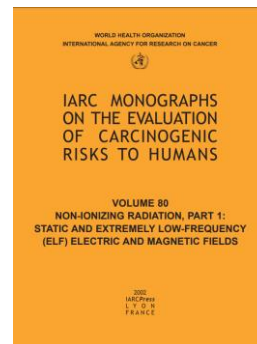
... ¿?

Cáncer

5.2 Human carcinogenicity data

Effects in children

Since the first report suggesting an association between residential ELF electric and magnetic fields and childhood leukaemia was published in 1979, dozens of increasingly sophisticated studies have examined this association. In addition, there have been numerous comprehensive reviews, meta-analyses, and two recent pooled analyses. In one pooled analysis based on nine well conducted studies, no excess risk was seen for exposure to ELF magnetic fields below 0.4 μT and a twofold excess risk was seen for exposure above 0.4 μT . The other pooled analysis included 15 studies based on less restrictive inclusion criteria and used 0.3 μT as the highest cut-point. A relative risk of 1.7 for exposure above 0.3 μT was reported. The two studies are closely consistent. In contrast to these results for ELF magnetic fields, evidence that electric fields are associated with childhood leukaemia is inadequate for evaluation.



2002

International Agency for Research on Cancer

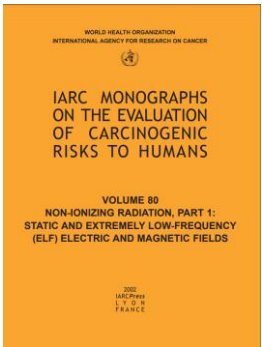


Cáncer

5.2 Human carcinogenicity data

Effects in children

Since the first report suggesting an association between residential ELF electric and magnetic fields and childhood leukaemia was published in 1979, dozens of increasingly sophisticated studies have examined this association. In addition, there have been numerous comprehensive reviews, meta-analyses, and two recent pooled analyses. In one pooled analysis based on nine well conducted studies, no excess risk was seen for exposure to ELF magnetic fields below 0.4 μ T and a twofold excess risk was seen for exposure above 0.4 μ T. The other pooled analysis included 15 studies based on less restrictive inclusion criteria and used 0.3 μ T as the highest cut-point. A relative risk of 1.7 for exposure above 0.3 μ T was seen in contrast to these results, which were not associated with childhood leukaemia.



2002

List of Classifications

Agents classified by the IARC Monographs, Volumes 1-140

[Copy](#) [CSV](#) [Excel](#) [PDF](#) [Print](#)

Search:

CAS No. ▲	Agent	Group ▼	Volume ▼	Volume publication year ▼	Evaluation year ▼	Additional information ▼
	Magnetic fields, extremely low-frequency	2B	80	2002	2001	
	Magnetic fields, static	3	80	2002	2001	
	Radiofrequency electromagnetic fields	2B	102	2013	2011	

Showing 1 to 3 of 3 entries (filtered from 1,123 total entries)

[Previous](#) [1](#) [Next](#)

Last updated: 2025-11-21 09:00 (CET)

<https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>

Efectos crónicos de los CM 50 Hz

Cáncer

5.2 Human carcinogenicity data

Effects in children

Since the first report suggesting an association between residential ELF electric and magnetic fields and childhood leukaemia was published in 1979, dozens of increasingly sophisticated studies have examined this association. In addition, there have been numerous comprehensive reviews, meta-analyses, and two recent pooled analyses. In one pooled analysis based on nine well conducted studies, no excess risk was seen for exposure to ELF magnetic fields below 0.4 μ T and a twofold excess risk was seen for exposure above 0.4 μ T. The other pooled analysis included 15 studies based on less restrictive inclusion criteria and used 0.3 μ T as the highest cut-point. A relative risk of 1.7 for exposure above 0.3 μ T was seen in contrast to these results, which were not associated with childhood leukaemia.

List of Classifications

Agents classified by the IARC Monographs, Volumes 1-140

[Copy](#) [CSV](#) [Excel](#) [PDF](#) [Print](#)

Search:

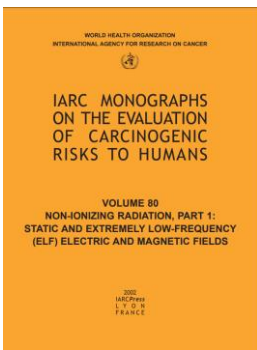
CAS No.	Agent	Group	Volume	Volume publication year	Evaluation year	Additional information
	Magnetic fields, extremely low-frequency	2B	80	2002	2001	
	Magnetic fields, static	3	80	2002	2001	
	Radiofrequency electromagnetic fields	2B	102	2013	2011	

Showing 1 to 3 of 3 entries (filtered from 1,123 total entries)

[Previous](#) [1](#) [Next](#)

Last updated: 2025-11-21 09:00 (CET)

<https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>

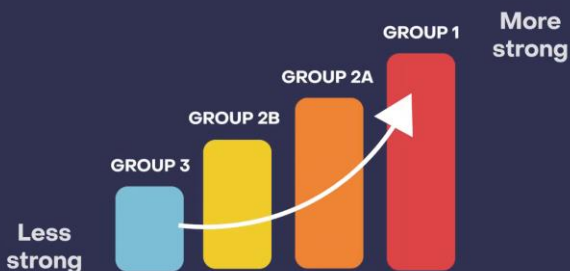


2002

International Agency for Research on Cancer



Strength of the evidence



Efectos crónicos de los CM 50 Hz

Cáncer

5.2 Human carcinogenicity data

Effects in children

Since the first report suggesting an association between residential ELF electric and

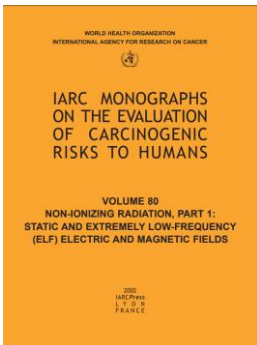
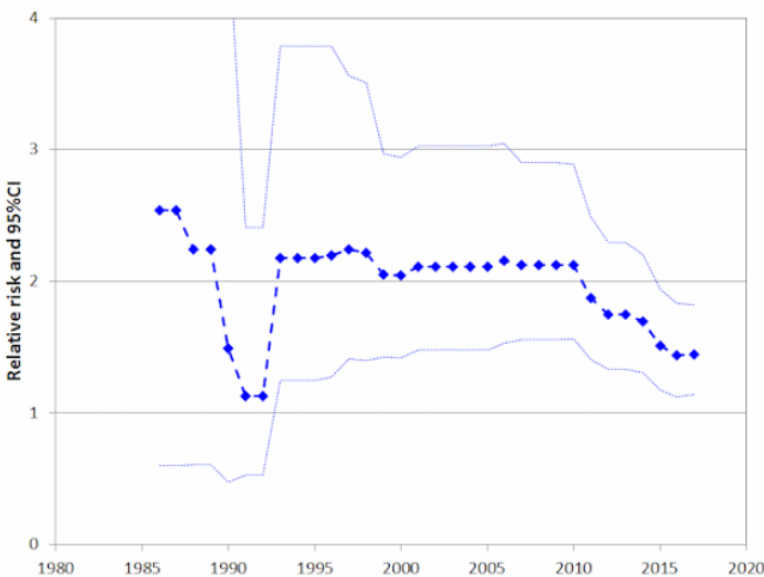
> J Radiol Prot. 2019 Jun;39(2):470-488. doi: 10.1088/1361-6498/ab0586. Epub 2019 Feb 8.

Changes over time in the reported risk for childhood leukaemia and magnetic fields

J Swanson¹, L Kheifets, X Vergara

Affiliations + expand

PMID: 30736028 DOI: 10.1088/1

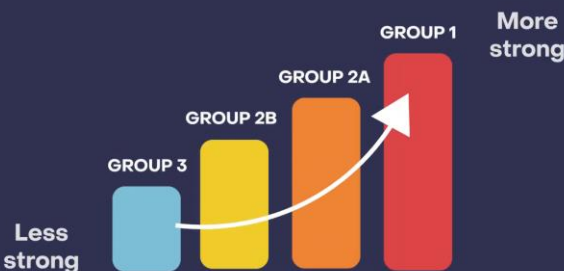


2002

International Agency for Research on Cancer



Strength of the evidence



Efectos crónicos de los CM 50 Hz

Cáncer

5.2 Human carcinogenicity data

Effects in children

Since the first report suggesting an association between residential ELF electric and

> J Radiol Prot. 2019 Jun;39(2):470-488. doi: 10.1088/1361-6498/ab0586. Epub 2019 Feb 8.

Changes over time in the reported risk for childhood leukaemia and magnetic fields

J Sw

Affili

PMID



ELSEVIER

Environmental Research

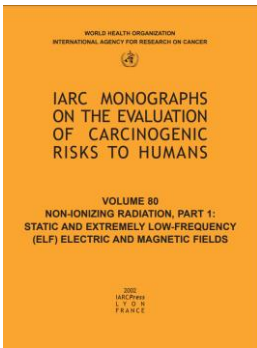
Volume 204, Part A, March 2022, 111993



Pooled analysis of recent studies of magnetic fields and childhood leukemia

Aryana T. Amoon^{a,e}, John Swanson^b, Corrado Magnani^{c,1}, Christoffer Johansen^d,
Leeka Kheifet^{a,-}

"Our results are not in line with previous pooled analysis and show a decrease in effect to no association between MF and childhood leukemia. This could be due to methodological issues, random chance, or a true finding of disappearing effect."



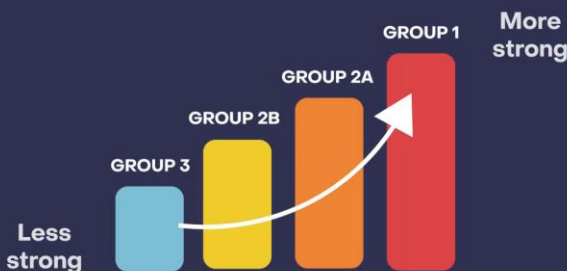
2002

International Agency for Research on Cancer



World Health Organization

Strength of the evidence



Percepción de la exposición y del riesgo



**Montaña de Santa Cruz de Mieres, Asturias,
pertenecientes a la subestación eléctrica Soto-Ferreros**

Percepción de la exposición y del riesgo

Quiénes somos  Universidad de Gorka (G

Líneas de Alta Tensión y la Salud

06/10/2024 por [Zuñi Bidean](#)

Seguimos recabando información sobre los riesgos para la salud, tanto de los polígonos de placas solares como de las líneas de evacuación y las subestaciones de Alta tensión proyectadas. Por lo que hemos podido revisar de toda la investigación hasta ahora sobre estos temas, lo que prevalece en todos los estudios es el principio de precaución al no existir todavía estudios concluyentes que limiten la exposición a este tipo de instalaciones tan sobredimensionadas.

En todo caso, ya existen estudios avanzados sobre la ionización del aire (efecto corona) alrededor de la línea de alta tensión que atrae aerosoles contaminantes que pueden ser esparcidos por el viento. Mediciones llevadas a cabo en líneas de alta tensión de 132 kilovoltios señalan que, a 1'80 m. de altura, hay un 20 % de aerosoles contaminantes que están cargados o llevan exceso de carga. Como media, este efecto se extiende a unos 200 metros de la línea en dirección del viento y en líneas de 275 Kilovoltios, hasta 500 metros.

Otros impactos significativos para la salud vienen derivados del uso, en subestaciones eléctricas y transformadores, de aceites, PCBs o del Gas SF6 utilizados como aislantes y que pueden generar gases y sustancias tóxicas ante un eventual incendio. Vivir junto a una subestación eléctrica o transformador supone también un riesgo añadido derivado del uso de estos PCBs al ser sustancias con probable acción carcinógena sobre el ser humano. Los síntomas descritos por la bibliografía asociados a una exposición crónica a los PCBs derivan de alteraciones del tiroides, inmunológicas y neurológicas en el adulto y en el recién nacido de madre expuesta: problemas de desarrollo de la movilidad, reflejos anormales, alteraciones en el aprendizaje, alteraciones tiroideas etc.

En la actualidad, existen pocas dudas sobre el aumento de la frecuencia de la leucemia infantil relacionada con la exposición a campos electromagnéticos que se crean en las líneas de alta tensión. Asimismo, cada vez hay más estudios que sugieren la relación entre la exposición a campos electromagnéticos de líneas de alta tensión, con cánceres de mama en mujeres. Existen, así mismo, estudios sobre alteraciones en la glándula pineal así como en la producción de melatonina y en el transporte de iones en la membrana celular con afectación especialmente del sistema endocrino de la fijación del yodo y alteraciones del ritmo del sueño y la vigilia.

La agencia internacional de investigación sobre el cáncer ha incluido los campos electromagnéticos como probables cancerígenos.

La legislación de diversos países es cada vez más exigente con el control de la distancia, entre las líneas de alta tensión y las zonas habitadas. La legislación del Estado español sobre distancias de seguridad de alta tensión establece límites claramente insuficientes en comparación con el resto de países para preservar la afección de la salud de las personas residentes cerca de los campos electromagnéticos. De hecho, cada vez más voces plantean la necesidad de modificar el reglamento vigente.

En el mapa anterior, se ve claramente el área de influencia de esta línea y la cercanía a nuestros pueblos. En nuestra opinión no podemos dejar de exigir el principio de precaución y la necesidad de evitar riesgos severos a la salud de la población. Seguimos informándonos con la seguridad de que pararemos esta barbaridad.



Montaña de Santa Cruz de Mieres, Asturias, pertenecientes a la subestación eléctrica Soto-Ferreros

Percepción de la exposición y del riesgo



Montaña de Santa Cruz de Mieres, Asturias, pertenecientes a la subestación eléctrica Soto-Ferreros

En la actualidad, existen pocas dudas sobre el aumento de la frecuencia de la leucemia infantil relacionada con la exposición a campos electromagnéticos que se crean en las líneas de alta tensión. Asimismo, cada vez hay más estudios que sugieren la relación entre la exposición a campos electromagnéticos de líneas de alta tensión, con cánceres de mama en mujeres. Existen, así mismo, estudios sobre alteraciones en la glándula pineal así como en la producción de melatonina y en el transporte de iones en la membrana celular con afectación especialmente del sistema endocrino de la fijación del yodo y alteraciones del ritmo del sueño y la vigilia.

La agencia internacional de investigación sobre el cáncer ha incluido los campos electromagnéticos como probables cancerígenos.

La legislación de diversos países es cada vez más exigente con el control de la distancia, entre las líneas de alta tensión y las zonas habitadas. La legislación del Estado español sobre distancias de seguridad de alta tensión establece límites claramente insuficientes en comparación con el resto de países para preservar la afección de la salud de las personas residentes cerca de los campos electromagnéticos. De hecho, cada vez más voces plantean la necesidad de modificar el reglamento vigente

En el mapa anterior, se ve claramente el área de influencia de esta línea y la cercanía a nuestros pueblos. En nuestra opinión no podemos dejar de exigir el principio de precaución y la necesidad de evitar riesgos severos a la salud de la población. Seguimos informándonos con la seguridad de que pararemos esta barbaridad.

La legislación de diversos países es cada vez más exigente con el control de la distancia, entre las líneas de alta tensión y las zonas habitadas. La legislación del Estado español sobre distancias de seguridad de alta tensión establece límites claramente insuficientes en comparación con el resto de países para preservar la afección de la salud de las personas residentes cerca de los campos electromagnéticos. De hecho, cada vez más voces plantean la necesidad de modificar el reglamento vigente

En el mapa anterior, se ve claramente el área de influencia de esta línea y la cercanía a nuestros pueblos. En nuestra opinión no podemos dejar de exigir el principio de precaución y la necesidad de evitar riesgos severos a la salud de la población. Seguimos informándonos con la seguridad de que pararemos esta barbaridad.

Niveles ambientales de CM 50 Hz

- Identificar los niveles típicos ambientales de CM-FEB en proximidad a fuentes emisoras y en diversos entornos poblacionales



- Establecer un protocolo de medida a partir de normativa nacional e internacional
- Analizar los niveles de emisión en proximidad a fuentes emisoras de CM-FEB
- Analizar los niveles de inmisión en espacios públicos interiores y exteriores

https://www.sanidad.gob.es/areas/sanidadAmbiental/riesgosAmbientales/cem/publicaciones/docs/IT_CM-FEB_ok_digital.pdf

Plan Estratégico
de Salud y
Medioambiente

2022 - 2026



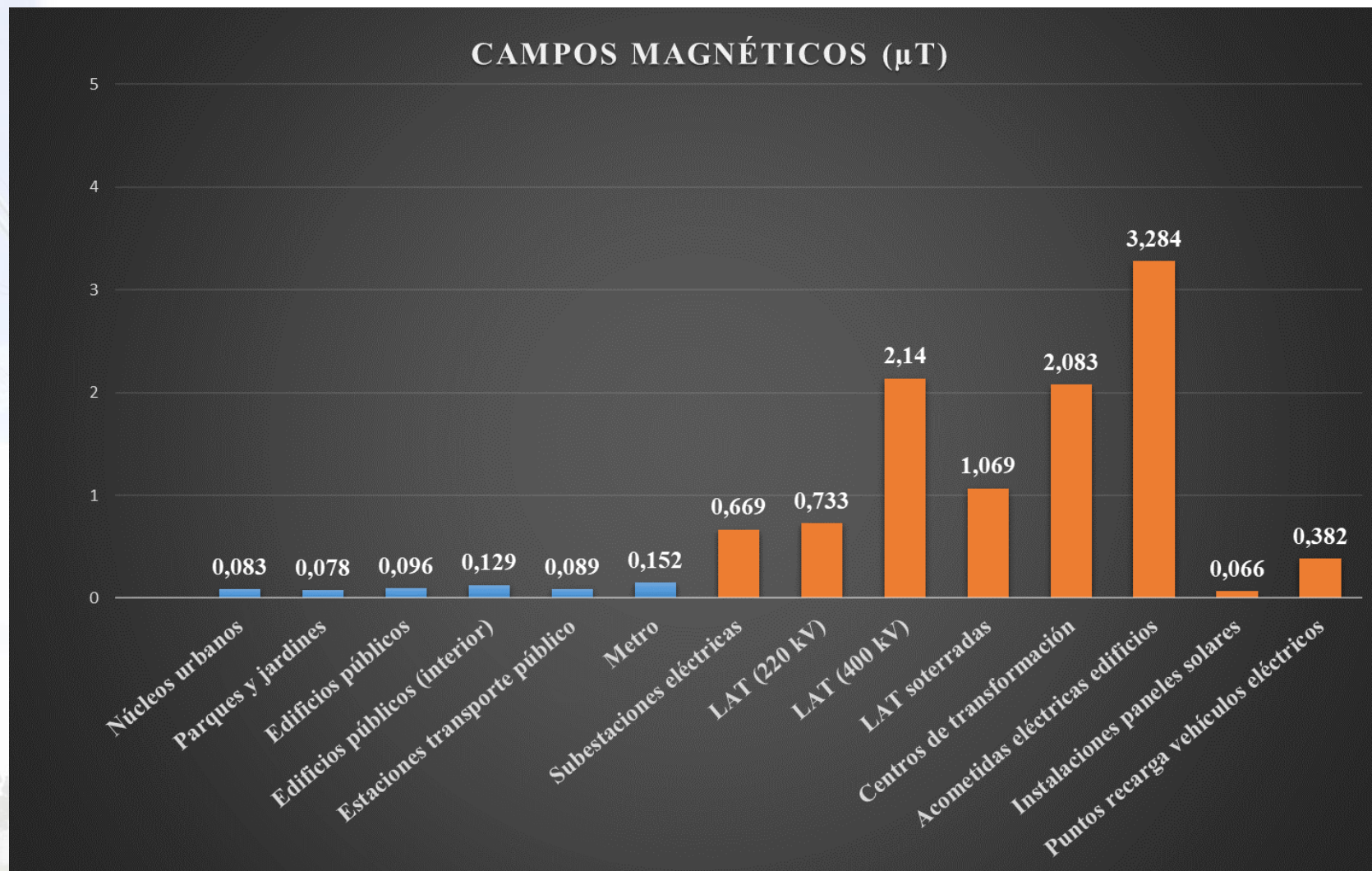
red eléctrica



Niveles ambientales de CM 50 Hz

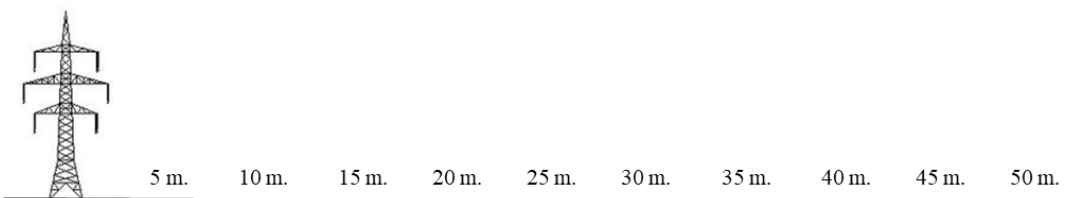
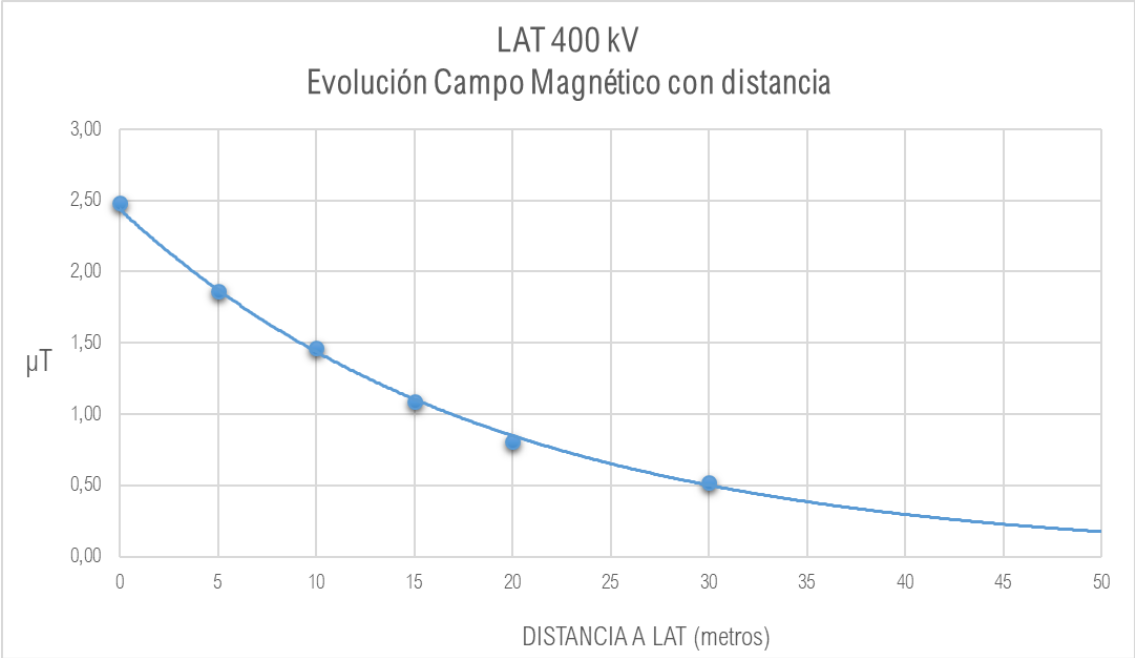
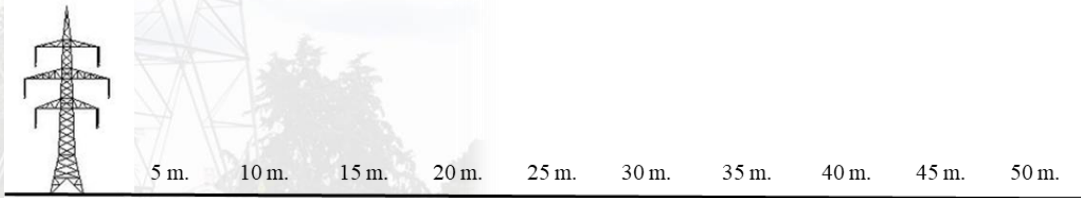
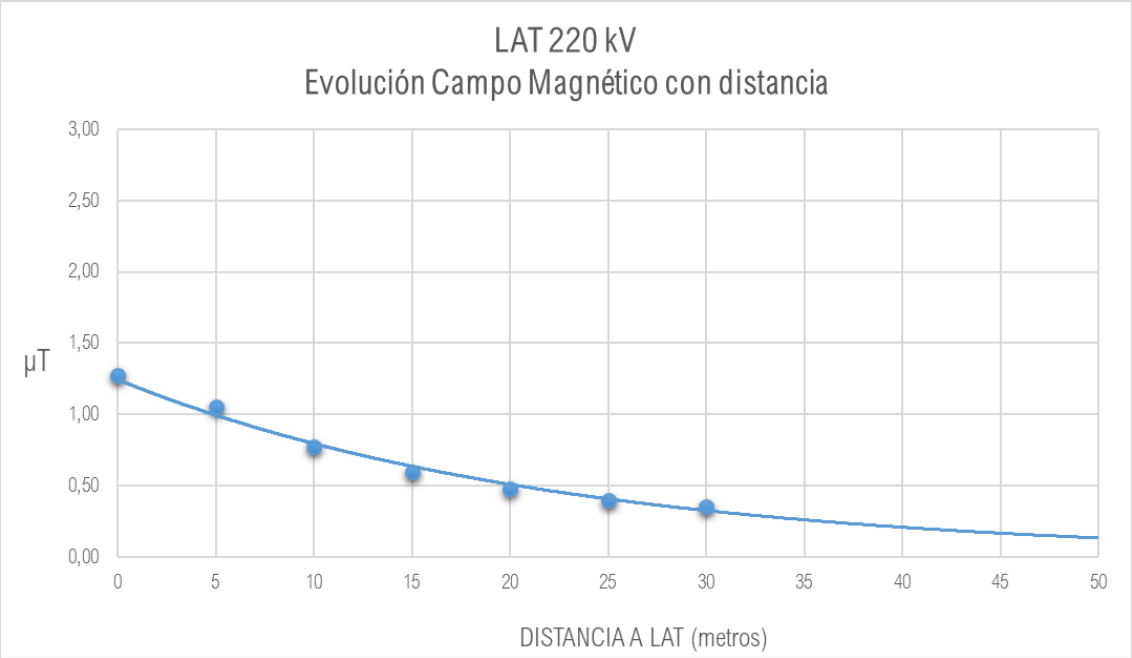


Niveles ambientales de CM 50 Hz



Niveles ambientales de CM 50 Hz

Estudio **perfil transversal** del campo magnético en LAT (440 kv y 220 kv) y extrapolación hasta 50 metros de distancia

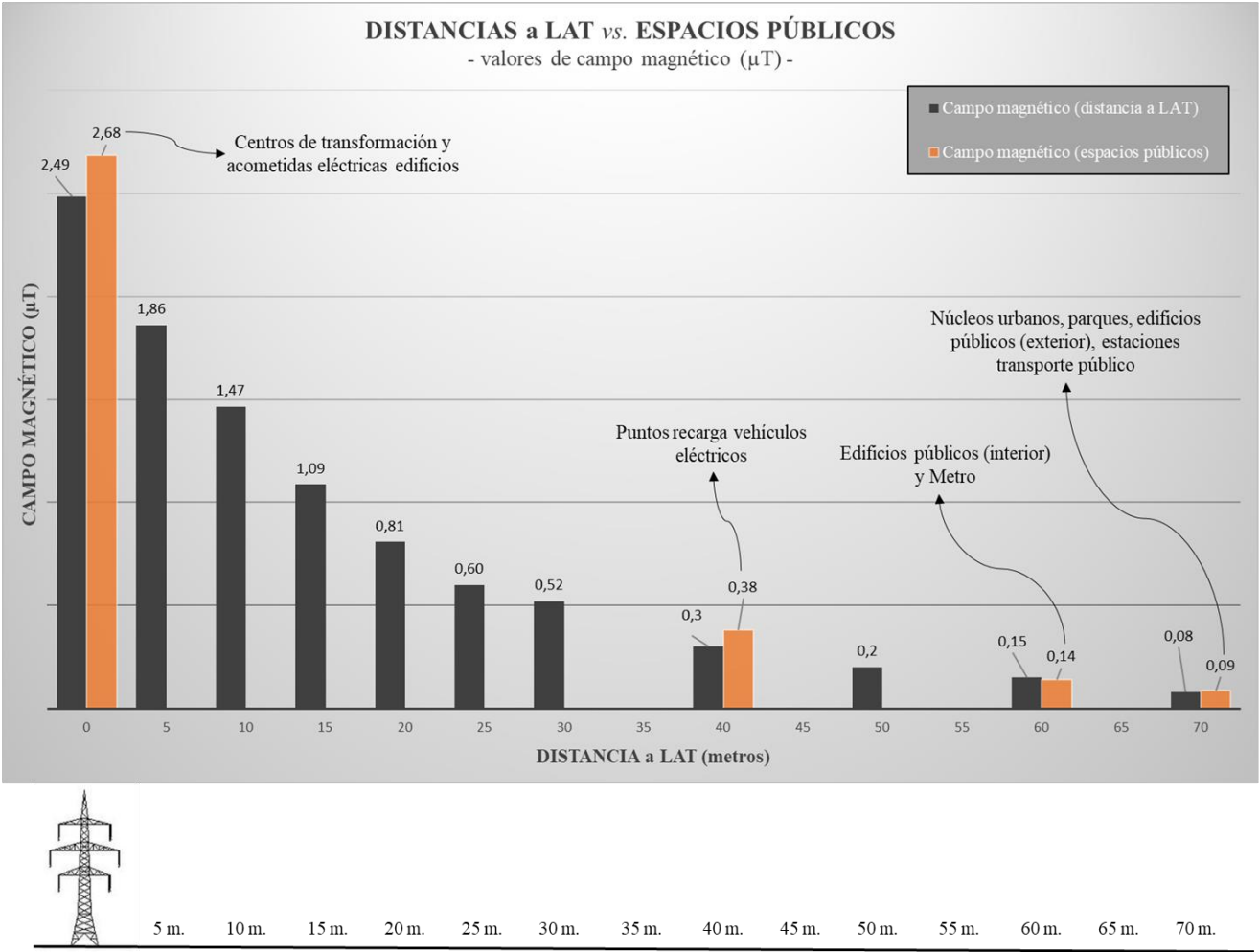


* Los valores de campo magnético a 50 metros de distancia de la línea central de las LAT, son similares a los valores medidos en un entorno urbano habitual (próximo a 0.1 μT)



Niveles ambientales de CM 50 Hz

COMPARATIVA: VALORES EN PERFIL TRANSVERSAL (LAT) Y VALORES EN ESPACIOS PÚBLICOS



Conclusiones

Hay una serie de efectos agudos bien establecidos de la exposición a campos eléctricos y magnéticos de baja frecuencia sobre el sistema nervioso, que fundamentan las directrices de protección frente a los campos de bajas frecuencias.

La investigación de cuatro décadas sobre otros efectos potenciales de la exposición a niveles por debajo de los límites recomendados no ha demostrado ningún efecto en la salud.

Sólo la epidemiología ha señalado una correlación entre los CM de 50 Hz y la leucemia infantil, causa de la clasificación de la IARC en 2002 como posible carcinógeno (agente 2B).

A falta de la identificación de un mecanismo causal, resulta imprescindible abordar estudios experimentales con modelos adecuados.



Sca1-ETV6-RUNX1

Campos-Sanchez et al., Bioelectromagnetics, 2019

Conclusiones



El valor medio de campo magnético, resultante de la emisión de las fuentes, presenta los valores más elevados y alcanzando sólo un 0,65% del valor límite de los 200 μT (ICNIRP 2010)

Los valores de campo magnético a 50 metros de distancia de las LAT son similares a los valores medidos en un entorno urbano habitual (espacios públicos), próximo a los 0,1 μT

Las medidas tomadas en interior de edificios (en espacios públicos), muestran un incremento en el valor de campo promedio del orden de un 30%, respecto a las medidas tomadas en exteriores (0,129 μT vs. 0,09 μT).

Más datos de exposición personal a CM-FEB, a partir de otro estudio piloto, serán presentados en breve plazo de tiempo



EXPOSICIÓN A CAMPOS MAGNÉTICOS DE BAJA FRECUENCIA EMITIDOS POR LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN Y RIESGO DE LEUCEMIA INFANTIL

AUTOR

*Gerardo Alexis Apumayta Calero
MIR Medicina Preventiva y Salud Pública*

TUTORES

*Rebeca Ramis Prieto
Arancha Sanchis Otero*



LEUCEMIAS INFANTILES

- El cáncer más frecuente en la población infantil es la leucemia.
- Durante los años 2000-2022 tuvo una tasa de incidencia estimada de 45,7 casos por 1.000.000 de habitantes.
- 285 nuevos diagnósticos por año según el RETI-SEHOP.
- Los dos subtipos más frecuentes en la población pediátrica son la leucemia linfoblástica aguda (LLA) y la leucemia mieloblástica aguda (LMA).
- Origen incierto, pero pueden intervenir factores genéticos, ambientales y agentes infecciosos.

LEUCEMIAS INFANTILES VS CM-FEB

- Los campos magnéticos de frecuencia extremadamente baja (CM-FEB) son generados por líneas eléctricas y aparatos eléctricos con frecuencias por debajo de 300 hercios (Hz)
- En 1979, estudio pionero por Wertheimer y Leeper sugería la asociación entre la proximidad a líneas eléctricas y el desarrollo de leucemia infantil.
- En el 2002 la IARC concluyó que los CM-FEB eran clasificados como 2B (posiblemente cancerígenos para los seres humanos)
- Amoon et al en 2018: 11 artículos encontrando un riesgo pequeño para los niños a < 50 m de distancia de líneas de alta tensión de 200 kilovoltios (kV) o más.
- Brabant et al en el 2022: 38 artículos desde 1979-2000, sugiere que la exposición a CM-FEB $> 0.4 \mu\text{T}$ aumenta el riesgo de desarrollar leucemia en niños y vivir > 200 m es una distancia segura.

OBJETIVOS

- Objetivo 1: Calcular la población de niños recién nacidos expuestos a CM-FEB emitidos por las líneas eléctricas de alta tensión (LAT).
- Objetivo 2: Evaluar la posible relación entre la exposición a CM-FEB de líneas eléctricas de alta tensión y la incidencia de leucemia infantil.

MATERIALES Y MÉTODOS

DISEÑO DE ESTUDIO: Transversal, retrospectivo, poblacional de casos y controles sobre la leucemia infantil y la proximidad a las LAT en España para el periodo comprendido entre 2000-2009

POBLACIÓN DE ESTUDIO:

Casos: 2348 casos incidentes del 2000-2009 pudiéndose diagnosticar hasta el 2018.

Controles: 4. 575.961 nacidos en 2000-2009-> 3.613.480 con datos de residencia.

INFORMACIÓN BASADA EN LA RESIDENCIA:

Casos: domicilio al momento del Dx.

Controles: domicilio de residencia materna al parto.

DISTANCIA A LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN: Red Eléctrica Española -> 45.000 km

Península a 400 kV y 220kV

Baleares y Canarias 220, 132 y 66 kV

MAPA DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTATENSIÓN EN ESPAÑA

Fuente: Red Eléctrica Española



MATERIALES Y MÉTODOS

ESTIMACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LOS CM-FEB:

Modelo realizado por Deshayes-Pinçon quien construyó un modelo estadístico en función del voltaje de la línea (400, 225, 90 y 63 kV) mediante un modelo basado en la distancia, utilizando sistemas de información geográfica y complementado con mediciones de campo reales.

POSIBLES VARIABLES DE CONFUSIÓN:

Comunidad autónoma, año de nacimiento y sexo

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Análisis descriptivo población expuesta a CM-FEB por casos, controles, tipo de leucemia
Cuantificar la asociación se estimó el OR con su IC 95% usando modelos de regresión logística
<100m y <40m

RESULTADOS

Tabla 2. Valores descriptivos de la población de estudio que reside a <100m de una línea eléctrica de alta tensión, incluyendo porcentajes con frecuencias y su intervalo de confianza (95%)

Control + Leucemia							Leucemia					
Comunidad	% (IC)	Total exp	% (IC)	Hombres exp	% (IC)	Mujeres exp	% (IC)	Total exp	% (IC)	Hombres exp	% (IC)	Mujeres exp
Andalucía	0.25 (0.24 - 0.26)	1811	0.25 (0.23 - 0.26)	934	0.25 (0.23 - 0.26)	877	0.36 (-0.35 - 1.08)	1**	0 (0 - 0)	0	0.76 (-0.72 - 2.24)	1
Aragón	0.07 (0.05 - 0.08)	64	0.07 (0.05 - 0.09)	35	0.06 (0.04 - 0.09)	29	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0
Asturias	0.2 (0.16 - 0.24)	117	0.19 (0.14 - 0.23)	56	0.22 (0.16 - 0.27)	61	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0
Baleares	5.44 (5.29 - 5.6)	4461	5.25 (5.04 - 5.46)	2224	5.65 (5.42 - 5.88)	2237	1.75 (-1.65 - 5.16)	1*	0 (0 - 0)	0	4.17 (-3.83 - 12.16)	1
Canarias	4.81 (4.69 - 4.92)	6840	4.76 (4.61 - 4.92)	3494	4.85 (4.69 - 5.01)	3346	6.45 (0.34 - 12.57)	4*	3.03 (-2.82 - 8.88)	1	10.34 (-0.74 - 21.43)	3
Cantabria	0.47 (0.41 - 0.54)	198	0.51 (0.41 - 0.6)	108	0.44 (0.35 - 0.53)	90	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0
Castilla Leon	0.18 (0.16 - 0.2)	284	0.18 (0.15 - 0.21)	146	0.18 (0.15 - 0.21)	138	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0
Castilla Mancha	0.05 (0.04 - 0.07)	82	0.06 (0.05 - 0.08)	49	0.05 (0.03 - 0.06)	33	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0
Cataluña	2.25 (2.21 - 2.28)	13242	2.28 (2.23 - 2.34)	6948	2.21 (2.15 - 2.26)	6294	2.05 (0.72 - 3.38)	9**	1.63 (0.05 - 3.22)	4	2.58 (0.35 - 4.81)	5
Ceuta y Melilla	0.05 (0.01 - 0.09)	6	0.05 (-0.01 - 0.1)	3	0.05 (-0.01 - 0.11)	3	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0
Extremadura	0.02 (0.01 - 0.03)	13	0.02 (0 - 0.03)	7	0.02 (0 - 0.03)	6	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0
Galicia	0.95 (0.9 - 1)	1505	0.95 (0.88 - 1.02)	776	0.95 (0.88 - 1.02)	729	2.33 (-0.86 - 5.51)	2**	2.22 (-2.08 - 6.53)	1	2.44 (-2.28 - 7.16)	1
Madrid	2.39 (2.35 - 2.43)	12814	2.38 (2.32 - 2.44)	6596	2.39 (2.33 - 2.45)	6218	3.81 (2.03 - 5.59)	17**	3.88 (1.52 - 6.23)	10	3.72 (1.02 - 6.43)	7
Murcia	0.61 (0.57 - 0.65)	814	0.59 (0.53 - 0.64)	406	0.63 (0.57 - 0.69)	408	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0
Navarra	0.05 (0.03 - 0.07)	25	0.05 (0.03 - 0.08)	14	0.04 (0.02 - 0.07)	11	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0
Pais Vasco	0.34 (0.32 - 0.37)	595	0.36 (0.32 - 0.4)	324	0.32 (0.28 - 0.36)	271	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0
Rioja	0.16 (0.11 - 0.21)	37	0.14 (0.07 - 0.21)	17	0.17 (0.1 - 0.25)	20	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0	0 (0 - 0)	0
Valencia	0.63 (0.61 - 0.66)	2494	0.65 (0.61 - 0.68)	1311	0.62 (0.58 - 0.65)	1183	0.33 (-0.32 - 0.99)	1**	0.58 (-0.55 - 1.72)	1	0 (0 - 0)	0
Total	1.26 (1.24 - 1.27)	45402	1.26 (1.24 - 1.27)	23448	1.25 (1.24 - 1.27)	21954	1.49 (1 - 1.98)	35	1.3 (0.69 - 1.92)	17	1.72 (0.93 - 2.51)	18

IC: Intervalo de Confianza
* Líneas eléctricas de 66 kV
** Líneas eléctricas de 220 kV

RESULTADOS

Tabla 5. Odds ratio ajustado para casos de leucemia infantil expuestos <100m durante 2000-2009 en España

Características	OR (IC 95%)	p-valor
Exp.100m	1.12 (0.8 - 1.56)	0.52
Sexo		
Hombre	Ref	
Mujer	0.85 (0.79 - 0.93)	<0.01
Año de nacimiento	0.97 (0.96 - 0.98)	<0.01

Tabla 7. Odds ratio ajustado para leucemia infantil con CCAA con casos expuestos <100m durante 2000-2009 en España

Características	OR (IC 95%)	p-valor
Exp.100m	1.17 (0.84 - 1.64)	0.35
Sexo		
Hombre	Ref	
Mujer	0.84 (0.77 - 0.93)	<0.01
Año de nacimiento	0.98 (0.96 - 1)	0.01
CCAA		
Andalucía	Ref	
Baleares	1.84 (1.38 - 2.45)	<0.01
Canarias	1.15 (0.87 - 1.52)	0.32
Cataluña	1.98 (1.7 - 2.31)	<0.01
Galicia	1.45 (1.14 - 1.85)	<0.01
Madrid	2.21 (1.9 - 2.57)	<0.01
Valencia	2.03 (1.73 - 2.39)	<0.01

Tabla 6. Odds ratio ajustado para casos de leucemia infantil expuestos <40m durante 2000-2009 en España

Características	OR (IC 95%)	p-valor
Exp.40m	1.28 (0.77 - 2.13)	0.34
Sexo		
Hombre	Ref	
Mujer	0.85 (0.79 - 0.93)	<0.01
Año de nacimiento	0.97 (0.96 - 0.98)	<0.01

Tabla 8. Odds ratio ajustado para leucemia infantil con CCAA con casos expuestos <40m durante 2000-2009 en España

Características	OR (IC 95%)	p-valor
Exp.40m	1.33 (0.8 - 2.21)	0.27
Sexo		
Hombre	Ref	
Mujer	0.84 (0.77 - 0.93)	<0.01
Año de nacimiento	0.98 (0.96 - 1)	0.01
CCAA		
Andalucía	Ref	
Baleares	1.84 (1.39 - 2.45)	<0.01
Canarias	1.15 (0.88 - 1.52)	0.31
Cataluña	1.98 (1.71 - 2.31)	<0.01
Galicia	1.45 (1.14 - 1.85)	<0.01
Madrid	2.22 (1.91 - 2.58)	<0.01
Valencia	2.03 (1.73 - 2.39)	<0.01

RESULTADOS

Tabla 9. Odds ratio ajustado para leucemia infantil por cada CCAA con casos expuestos durante 2000-2009 en España

CCAA	OR (IC 95%)	p-valor
Andalucía		
Exp.100m	1.48 (0.21 - 10.53)	0.70
Sexo		
Hombre	Ref	
Mujer	0.99 (0.78 - 1.25)	0.90
Año de nacimiento	1 (0.96 - 1.04)	0.94
Baleares		
Exp.100m	0.31 (0.04 - 2.25)	0.25
Sexo		
Hombre	Ref	
Mujer	0.78 (0.46 - 1.32)	0.36
Año de nacimiento	1.02 (0.93 - 1.12)	0.64
Canarias		
Exp.100m	1.37 (0.5 - 3.78)	0.54
Sexo		
Hombre	Ref	
Mujer	0.93 (0.57 - 1.54)	0.79
Año de nacimiento	1.04 (0.95 - 1.13)	0.43
Cataluña		
Exp.100m	0.9 (0.47 - 1.75)	0.76
Sexo		
Hombre	Ref	
Mujer	0.84 (0.7 - 1.02)	0.08
Año de nacimiento	0.96 (0.92 - 0.99)	0.01

CCAA	OR (IC 95%)	p-valor
Galicia		
Exp.100m	2.49 (0.61 - 10.14)	0.20
Sexo		
Hombre	Ref	
Mujer	0.97 (0.64 - 1.49)	0.90
Año de nacimiento	0.96 (0.9 - 1.04)	0.34
Madrid		
Exp.100m	1.65 (1.01 - 2.67)	0.04
Sexo		
Hombre	Ref	
Mujer	0.78 (0.64 - 0.94)	0.01
Año de nacimiento	0.95 (0.92 - 0.99)	<0.01
Valencia		
Exp.100m	0.52 (0.07 - 3.74)	0.52
Sexo		
Hombre	Ref	
Mujer	0.79 (0.63 - 0.99)	0.04
Año de nacimiento	1.02 (0.98 - 1.06)	0.34

DISCUSIÓN

- Nuestro estudio, el **1.26% de recién nacidos** se encuentra a < 100 m de líneas eléctricas de alta tensión (≥ 63 kV).
- En Francia, en 2023 se estimó que aproximadamente el 1.01 % de la población general y el **1.03 % de los niños menores de cinco años** estaban potencialmente expuestos a CM-FEB (> 0.1 μ T) generados por la proximidad a líneas eléctricas de alta tensión (≥ 63 kV).
- **Nuestro estudio** estima un incremento del **OR (1.12)** de leucemia infantil entre aquellos niños que vivían < 100 m de una LAT,
- Un estudio en el norte de Italia que estimó un OR de **2.0** (IC del 95 %: 0.8-5.0) para leucemia entre los niños que residen a < 100 m, comparado con niños que vivían a > 400 m.

DISCUSIÓN

- Metaanálisis en el 2018 (11 estudios) que incluyeron casos de leucemia infantil desde 1960 hasta 2014, mostró que entre los niños que vivían a **< 50 m** de una LAT de 200 kV o más, el **OR** ajustado por edad, sexo y nivel socioeconómico fue de **1.33** (IC del 95 %: 0.92-1.93).
- Metaanálisis en el 2022 (5 estudios) determinó que vivir una distancia de entre **200 m y 600 m** de las líneas eléctricas no se asoció con un mayor riesgo de leucemia infantil **OR: 1,02** (IC del 95 %: 0.95-1.10). Los OR agrupados estimados para vivir a menos de **50 m** y 200 m de las líneas eléctricas fueron de **1,11** (IC del 95 %: 0.81-1.52) y 0,98 (IC del 95 %: 0.85-1.12), respectivamente.

DISCUSIÓN

- Entre las **limitaciones**: no inclusión de datos individuales sobre posibles factores de confusión como el nivel socioeconómico, estilos de vida, edad materna, cambio de residencia, además de otras características sociodemográficas y ambientales. Sin embargo, dichos factores de confusión no están del todo establecidos por lo que no debería haber sido una fuente importante de sesgo.
- Las **fortalezas**: gran cohorte de controles y considerable número de casos, disponibilidad de información detallada del sistema de mapas de REE.

CONCLUSIONES

- En nuestro estudio, **el 1.26% de recién nacidos** se encuentra expuesto CM-FEB provenientes de líneas eléctricas de alta tensión.
- Se observó que la población infantil que reside a menos de **100 m** de estas infraestructuras podría presentar un mayor riesgo de leucemia infantil. Con mayor impacto a distancias **<40m**.
- La asociación no alcanzó significación estadística en conjunto, salvo en la **Comunidad Autónoma de Madrid**.
- En términos generales, nuestros hallazgos tienen similitud con los reportados en estudios recientes.
- **No se han establecido mecanismos biológicos** claros mediante los cuales los campos magnéticos puedan causar leucemia.
- Por tanto, se recomienda la realización de **estudios longitudinales** con diseños más robustos y la implementación de **investigaciones experimentales** que permitan esclarecer la naturaleza y magnitud de esta posible asociación.

¡¡Gracias!!

Arancha Sanchis Otero
Centro Nacional de Sanidad
Ambiental

Rebeca Ramis Prieto
Centro Nacional de
Epidemiología

Seminarios del CNE – 11/12/2025

Seminarios del CNE - 11 de diciembre de 2025

