

# SALUD AMBIENTAL 2.0

## MÓDULO 4. FORMAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

### En esta unidad...

1. Campos electrostáticos
2. Campos magnetostáticos
3. Campos eléctricos de baja frecuencia (LF)
4. Campos magnéticos de baja frecuencia (LF)
5. Campos electromagnéticos de alta frecuencia (HF)

### Introducción

---

Nos protegemos de diferente manera de los campos electromagnéticos en función de su frecuencia y su naturaleza (eléctrico y/o magnético). Tenemos los campos estáticos, que pueden ser eléctrico o magnético; los de baja frecuencia, que pueden ser eléctrico o magnético y el de alta frecuencia que es electromagnético.

En esta unidad veremos las fuentes de cada tipo de campo, los efectos biológicos, su prevención y como protegernos.

## 1. Campos electrostáticos

---

Las cargas eléctricas estáticas tienen su origen en procesos triboeléctricos, rozamientos entre diferentes materiales, que arrancaran electrones de uno de los materiales pasándolos al otro, provocando de esta manera una carga eléctrica positiva en uno, y negativa en el otro; el reequilibrio requiere de una descarga eléctrica (chispazo) cuando se establece contacto con una superficie o volumen que permita la disipación del exceso de carga. Así encontramos su origen en materiales casi siempre sintéticos, suelos y paredes con superficies plásticas, suelos de tarima y moqueta sintéticas, barnices de poliuretano en revestimientos de madera, pinturas plásticas, tejidos y superficies sintéticas en mobiliario, grandes superficies de terrazos continuos aglutinados con resinas sintéticas (tipo silestone)...

Los efectos biológicos pueden ser:

- Debido a que las descargas son molestas, e incluso dolorosas, son bastante estresantes.
- Pueden producir espasmos musculares.
- Pueden producir mal humor debido al constante malestar o temor por la descarga.
- Pueden producir dolor de cabeza
- Pueden producir lipoatrofia semicircular, trastorno de la grasa subcutánea que se manifiesta visualmente como una retracción de la piel

Estos efectos se previenen de las siguientes formas, dependiendo si podemos elegir los materiales y mobiliario, o ya los tenemos instalados:

- Desconexión.
- Alejamiento de la fuente.
- Mantener una humedad relativa de 40-50%.
- Pinturas de grafito, a partir de 5 m<sup>2</sup> se recomienda conectar la pintura a tierra.
- Teniendo un toma de tierra, por donde se disipen las cargas eléctricas. Existen edificios en los que las partes metálicas están aisladas de la toma de tierra.
- Usar mobiliario y materiales que no originen o acumulen electricidad estática. Sillas, reposa pies, mesas, suelo, pintura, etc.
- Acabado del mobiliario, evitando formas angulosas delgadas y finas. Las cargas electrostáticas tienden a acumularse en zonas angulosas.

- Tapete Antiestático para suelos y mesas, con conexión a toma de tierra.
- Detergente antiestático disipativo, para suelos, tejidos y moquetas.

## 2. Campos magnetostáticos

El campo geomagnético en la naturaleza suele ser muy uniforme cuando se observa de forma local, con pequeñas variaciones de pocos miles de nT alrededor de la densidad de flujo habitual. Cuando interferimos el campo geomagnético con materiales que permiten una mayor permeabilidad magnética que la propia de los suelos que componen la geología del lugar, y que la del ambiente que se encuentra sobre estos suelos, se produce una concentración del flujo a través de estos materiales más permeables produciendo variaciones en la en la densidad de flujo que pueden variar en decenas de miles de nT, y producir distorsiones en su geometría espacial cambiando la orientación cardinal, e invertir la polaridad del flujo.

Así encontramos como elementos interferentes en el flujo geomagnético, compuestos ferromagnéticos en rocas y suelos, en materiales férricos empleados en la estructura de los edificios (armados, vigas, perfiles, mallazos, ...), o en los componentes de una cama (colchones de muelles, refuerzos para bases, cabeceros de hierro, ...). También la circulación por un conductor de corrientes eléctricas continuas producen variaciones de campo (líneas de ferrocarril electrificadas, generación fotovoltaica, ...). Las líneas de ferrocarril electrificadas en nuestro país funcionan con corriente continua, a excepción de las líneas de alta velocidad que funcionan con corriente alterna a 50 Hz, en otros países las líneas ferroviarias se alimentan de corrientes alterna a frecuencias muy bajas, ejemplo 16 Hz en Alemania.

Cuadro resumen de los efectos de los campos magnéticos sobre el cuerpo:

Mecanismo	Tipo de acción	Efecto físico	Efecto biológico
Inducción magnética	Electrodinámica	Fuerzas de Lorenz	Efectos hemodinámicos
	Eléctrica	Corrientes de Faraday	Efectos en el sistema nervioso
			Efectos en el sistema cardiovascular
			Magnetofosfenos
Fenómenos magnetomecánicos	Orientación magnética	Minimizar energía libre molecular	Giro de orientación de moléculas en células retinianas
	Traslación magnética	Fuerzas sobre materiales para y ferromagnéticos	En ciertas especies que poseen partículas de magnetita

Mecanismo	Tipo de acción	Efecto físico	Efecto biológico
Interacciones electrónicas	Spin electrónico	Radicales libres	Modificación de la actividad enzimática

El cuerpo descansa mejor si el campo magnético es uniforme en toda su extensión. Los efectos biológicos varían en función de donde esta la variación del mismo, pudiendo ser:

- Arritmias
- Dolores articulares.
- Sueño poco profundo
- Pesadillas.

Las variaciones de campo magnético no se pueden corregir ni apantallar, tan solo podemos eliminar el elemento que provoca la distorsión (colchón de muelles, cabeceras de cama de hierro, ...), o en el caso de tratarse de un elemento estructural de la edificación (estructuras de armado, vigas, mallazos, ...) cambiar la disposición de las camas o puestos de trabajo afectados.

### 3. Campos eléctricos de baja frecuencia (LF)

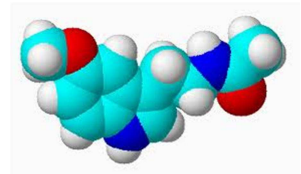
Los campos eléctricos de baja frecuencia son producidos por el cableado eléctrico, ya sea esta de baja o alta tensión, y por los electrodomésticos. En el caso de líneas de alta tensión casi todo el campo se deriva a tierra a través del edificio.



Los científicos llevan algunas décadas estudiando los efectos de los campos de bajas frecuencias. Al tratarse de bajas energías, no se ha dado importancia a sus consecuencias, excepto en el caso de las descargas eléctricas. De hecho, las distancias de protección a ambos lados de las líneas eléctricas sólo contemplan riesgos por descarga eléctrica o caída de los cables.

Sin embargo ya se ha observado una relación entre las bajas frecuencias y alteraciones cardiovasculares, diversos tipos de cáncer, leucemia infantil y otros. Aunque los mecanismos biológicos que tienen lugar aún no están claros, los indicios apuntan a los siguientes procesos:

- Inducción de corrientes que alteran el voltaje a través de las membranas celulares reduciendo la efectividad del sistema inmunológico.
- Inhalación de partículas cargadas que dañan el aparato respiratorio.
- Inhibición de la secreción de melatonina por la glándula pineal. La melatonina es una hormona con un papel fundamental en el sueño, la reparación celular y la respuesta inmunológica. En mujeres con cáncer de mama se encuentran niveles bajos de esta sustancia.
- Alteración del ritmo cardiaco, lo que puede derivar en arritmias y enfermedades cardiovasculares serias.



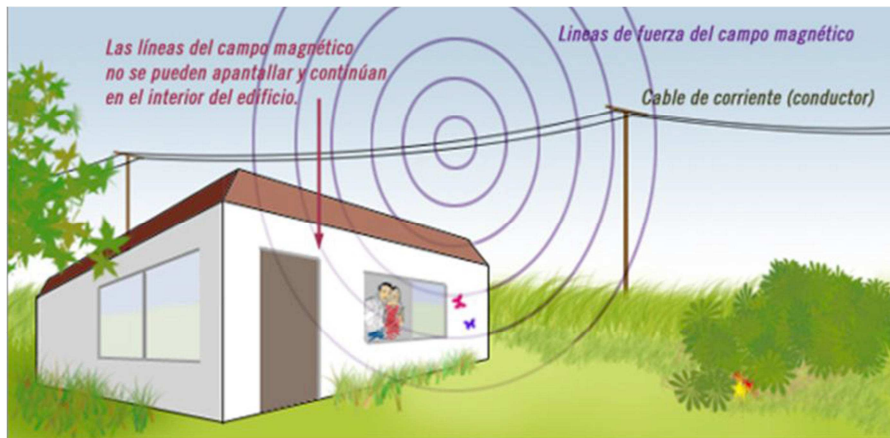
Estos efectos se previenen de la siguientes formas:

- Desconexión de aparatos conectados a la red eléctrica.
- Alejamiento de la fuente.
- Tener una buena toma de tierra en la casa.
- Evitar tener cables empotrados cerca de las zonas de descanso.
- Usar cables apantallados para la instalación de 220 Voltios.
- Usar bioswitch, son interruptores espaciales que desconectan la fase, cuando no hay consumo.
- Pantallas con toma de tierra (pinturas de grafito, mallas metálicas, fieltros conductores, ...)

## 4. Campos magnéticos de baja frecuencia (LF)

---

Los campos magnéticos están generados por dipolos magnéticos o por cargas en movimiento. En nuestro entorno habitual encontramos campos magnéticos de baja frecuencia (50/60 Hz) debidos a líneas de transporte eléctrico, transformadores urbanos, instalaciones eléctricas en edificios o electrodomésticos.



En las últimas décadas se han encontrado núcleos de concentración de enfermedades como la leucemia infantil en el entorno de líneas de alta tensión, y es de destacar que los campos de baja frecuencia son considerados potencialmente carcinógenos (categoría 2B) por la IARC (International Agency for Research on Cancer) desde hace más de una década.

La interacción de los campos magnéticos variables en el tiempo con el cuerpo humano, que genera campos eléctricos inducidos en el mismo, y éstos generan la circulación de corrientes dentro del cuerpo.

Prevención y protección:

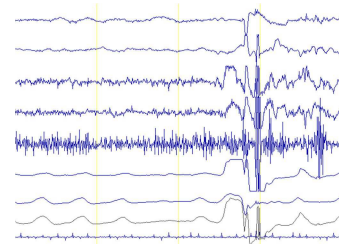
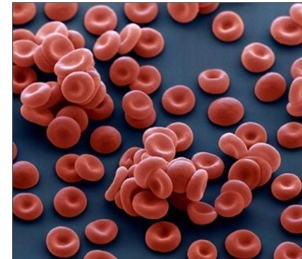
- Alejamiento de la fuente: el campo decrece rápidamente con la distancia.
- Desconexión de aparatos conectados a la red eléctrica.
- Apantallado con materiales de elevada permeabilidad magnética.
- Disminución del campo por medio del efecto de las corrientes de Foucault en materiales conductores.

## 5. Campos electromagnéticos de alta frecuencia (HF)

En la actualidad nos encontramos cada vez más con nuevas fuentes de radiación electromagnética. A nuestro alrededor proliferan tecnologías como la telefonía móvil, telefonía inalámbrica DECT, Wifi, bluetooth, Wimax, etc. Son elementos que facilitan nuestras vidas y que empleamos tanto para el trabajo como para nuestros momentos de ocio. La cuestión es hasta qué punto estas tecnologías pueden representar un riesgo para nuestra salud.

Desde hace años se sospecha de ciertos efectos adversos tras la exposición de las personas a campos electromagnéticos. Hasta el momento encontramos investigaciones con resultados muy dispares:

- No hay efectos adversos
- Efectos térmicos
- Efectos en el sistema cardiovascular:
  - Alteraciones en el ritmo cardiaco
  - Alteraciones de la presión sanguínea
  - Alteraciones en la velocidad de coagulación
  - Alteraciones en el electrocardiograma
- Efectos en el sistema nervioso:
  - Alteraciones de la actividad cerebral
  - Anomalías en el electroencefalograma
  - Efectos neurodegenerativos
  - Ansiedad y depresión
  - Dolores de cabeza
  - Fatiga
  - Insomnio
  - Irritabilidad
- Efectos en el sistema inmunológico:
  - Disfunciones en la respuesta inmune
  - Desarrollo de tumores benignos y malignos
- Efectos en el sistema endocrino:
  - Alteración de la función glándula pineal
  - Alteración de la función de hormonas sexuales
- Efectos en el aparato respiratorio:
  - Alteración del ritmo respiratorio



- Alteración de la capacidad pulmonar
- Efectos en el aparato reproductor:
  - Infertilidad por menos movilidad y viabilidad de espermatozoides
  - Disminución de la libido
  - Cambios en el ciclo menstrual



#### Prevención y protección:

- En primer lugar, debemos recordar que la intensidad del CEM disminuye con la distancia, por lo que la primera defensa debe ser alejarse de la fuente o eliminarla. Si esto no es posible, buscamos las formas de apantallarlo. Las formas de atenuar un campo electromagnético van en función del rango de frecuencias.
- Jaula de Faraday: es un conductor que rodea por completo un espacio y que se descarga mediante una toma de tierra. El espacio encerrado por el conductor queda absolutamente libre de campo eléctrico. La eficacia del apantallado dependerá del metal utilizado y de la longitud de onda de la radiación. Si se utiliza un mallado, el tamaño de los huecos debe ser inferior al menos a la mitad de la longitud de la onda incidente.
- Tejidos apantallantes: entre las fibras del tejido se incrustan filamentos conductores para que tenga el efecto similar a una jaula de Faraday. Existen cortinas, doseles, alfombras, camisetas, etc. El grado de atenuación depende de la longitud de la onda incidente y del material, así como del tamaño del mallado. Cuanto mayor sea la intensidad del campo incidente, mejor funcionará este método.
- Pintura de grafito: se trata de una pintura conductora que contiene grafito dispersado en una disolución. Una vez pintada la superficie y seca la pintura, las partículas de grafito quedan adheridas y forman una lámina conductora que puede descargarse mediante una toma de tierra correcta. A partir de 5 m<sup>2</sup> de superficie se recomienda una correcta conexión a toma de tierra para evitar descargas eléctricas por efecto de acumulación de cargas inducidas por la acción del campo electromagnético en el muro, que pueden llegar a ser muy peligrosas.
- En los teléfonos móviles usar auriculares, para alejar de la cabeza la fuente de emisión.
- Usar tejidos de protección personal.
- Desconexión de la fuente en las horas de descanso (WIFI)
- Usar teléfonos inalámbricos de baja radiación y que se puedan usar en modo manos libres (ECO-DECT).



## En resumen...

- Campo eléctrico y campo magnético son dos manifestaciones del efecto de cargas estáticas o en movimiento en el espacio.
- Ambos son cuantificables y disminuyen al incrementar la distancia a la fuente.
- La mejor prevención es alejarse de la fuente, para cualquier tipo de radiación.
- La forma de apantallamiento para los campos de baja frecuencia será distinta para campo eléctrico y para campo magnético, siendo éste último más problemático.
- Algunas investigaciones destacadas han hallado relación entre la proximidad a líneas de alta tensión y la leucemia infantil.
- Las recomendaciones independientes para campos magnéticos de baja frecuencia aconsejan niveles inferiores a  $0,1 \mu\text{T}$  para evitar riesgos.
- Las recomendaciones independientes para campos eléctricos de alta frecuencia aconsejan:
  - Bioinitiative Report (agosto 2007):  $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ .
  - Resolución de Salzburgo (junio 2000):  $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ .
  - Actualización de Salzburgo:  $0,01 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ .
  - Resolución de Seletun (noviembre 2009):  $0,017 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ .
  - IBN (Institut für Baubiologie Neubern):  $0,001 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ .
- Entre los efectos que han hallado las investigaciones de los campos electromagnéticos de alta frecuencia, se encuentran efectos térmicos y no térmicos.

## Recursos adicionales

Para aprender más sobre electromagnetismo y radiaciones no ionizantes podéis visitar estos enlaces:

- ☆ Institut für Baubiologie:  
[www.baubiologie.de](http://www.baubiologie.de)
- ☆ Instituto Español de Baubiologie:  
[www.baubiologie.es](http://www.baubiologie.es)
- ☆ Blog “Vivo en un lugar sano”:  
[www.vivoenunlugarsano.com](http://www.vivoenunlugarsano.com)

### Bibliografía

- ① Valores indicativos en Baubiologie para las zonas de descanso SBM 2008. Baubiologie MAES/ Institut für Baubiologie + Ökologie IBN. 2008. <[www.baubiologie.es/pdf/Estandard%20SBMvalores.pdf](http://www.baubiologie.es/pdf/Estandard%20SBMvalores.pdf)>
- ① Bioinitiative Report: A rationale for biologically-based exposure standards for low-intensity electromagnetic radiation. 2012. <[www.bioinitiative.org](http://www.bioinitiative.org)>
- ① Bioinitiative Report (agosto 2007): revisión de más de 1500 estudios previos
- ① Interphone (marzo 2010): recopilación de estudios de 13 centros de investigación
- ① Investigaciones de Lennard Hardell (Suecia)
- ① Investigaciones del Instituto Karolinska (Suecia)
- ① Investigaciones en España:
  - Ceferino Maestu
  - Alejandro Úbeda
  - María Jesús Azanza
  - Joaquim Fernández Solá