



Número 112 (enero / 2009).

## **SOTERRAR LAS LÍNEAS DE ALTA TENSION SIN APANTALLARLAS NO EVITA SUS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS**

Antonio F. Muro.

Las autoridades españolas se han decidido a soterrar las líneas de alta tensión para que sus campos electromagnéticos no afecten a las personas que viven en sus cercanías. En Madrid, por ejemplo, acaba de anunciarse el soterramiento de 126 kilómetros de cable y el blindaje de las 16 subestaciones eléctricas que Iberdrola tiene en la ciudad. Solo que el blindaje de las subestaciones no va impedir que si explotan se lleven por delante a quienes estén cerca y soterrar las líneas de alta tensión sin las medidas adecuadas no sólo puede no servir de nada sino que los campos magnéticos pueden en ocasiones ser aún más intensos. Una línea de alta tensión soterrada a medio metro de profundidad tiene justo en la vertical un campo mucho más alto que el de una línea aérea aunque a dos o tres metros la radiación sea muy pequeña. No se verán pues pero seguirán generando problemas de salud. Nuestras autoridades siguen tomando el pelo a la ciudadanía.

Nos engañan y, lo que es más grave, nos dejamos engañar. Nos dicen que van a enterrar las líneas de alta tensión que cruzan colgadas de altas torres por espacios donde tiempo atrás no había llegado la ciudad y nos damos por satisfechos. Hay que ganar espacio como sea. Los ayuntamientos, comunidades y compañías eléctricas firman acuerdos en toda España para enterrarlas -utilicemos mejor el término soterrar- y poco a poco kilómetros de líneas de alta tensión van desapareciendo de nuestra vista. ¡Qué bien, ya no se las ve! Lo mismo dentro de unos meses donde estaban las torres hasta nos encontramos un parque infantil dando juego a las viviendas de la zona. Antes, con esas enormes torres de cuernos amenazantes contemplándonos nos hubiéramos pensado mucho que nuestros hijos se quedaran un solo minuto a jugar allí debajo. De hecho nunca lo harían. Hoy -¡ya no se ven!- les dejamos jugar y sentarse en la tierra sobre la línea de alta o media tensión situada a poco más de un metro bajo ellos. ¡Y todos felices! *Ojos que no ve corazón que no siente*, dice el refrán. Solo que no es cierto porque los campos magnéticos afectan gravemente a la salud. Las noticias relativas a los soterramientos de líneas de alta tensión suelen recibirse con inusual alegría y obtienen gran repercusión en los medios de comunicación. Desde luego, mucho más que cualquier información relacionada con los efectos perniciosos de las líneas de alta tensión y los transformadores. Dos ejemplos recientes:

1) La Comunidad de Madrid anuncia que ha firmado con el Ayuntamiento e Iberdrola un convenio para el soterramiento de 126 kilómetros de líneas de alta tensión -70 kilómetros en ámbito urbanístico de iniciativa pública y el resto en terrenos privados- y el blindaje o compactación de las 16 subestaciones eléctricas propiedad de Iberdrola cuyos emplazamientos se encuentran actualmente rodeados de viviendas en la mayoría de los casos y cuyos peligros hemos denunciado reiteradamente. Los medios de comunicación se vuelcan con la noticia. Toda la prensa le dedica amplios espacios.

Ninguna pregunta sobre cómo se van a hacer las obras para saber si tal acción es realmente útil.

2) Un equipo de investigación de la *Universidad de Berna* (Suiza) dirigido por **Martin Röösl** afirma en noviembre pasado tras efectuar un estudio con personas que viven en un radio de 50 metros alrededor de una línea de alta tensión que hacerlo aumenta claramente la probabilidad de sufrir alzheimer. Y que cuanto más tiempo viven cerca de una línea (de 220 a 380 kilovoltios) mayor es el riesgo. Según los investigadores después de 15 años las probabilidades de tener alzheimer son del doble (v ea el recuadro adjunto). El silencio es absoluto en los medios de comunicación. Y es con este doble juego del gran titular y del silencio como nos mantienen engañados cuando lo cierto es que siendo un problema complejo -porque la incidencia de los campos electromagnéticos procedentes de las líneas de alta tensión soterradas depende de diversos factores- hay algunas realidades incuestionables. La principal, que **los campos magnéticos NO desaparecen porque las líneas sean soterradas**.

*"No se aíslan -afirma Juan Álvarez Unde, catedrático de Física de la Universidad de Alcalá de Henares - sino que confinan el campo a unas distancias más reducidas. El campo no se elimina nunca. Mejor o peor pasa a través de la materia. En el caso de una línea de alta tensión aérea los campos que se registran en la vertical -unos pocos microteslas, tres, cuatro, depende de la intensidad- decrecen mientras nos alejamos de la línea de forma relativamente lenta, permaneciendo en valores de 0'3, 0'4 durante bastante distancia. Ahora bien, cuando está enterrada el valor en la misma vertical no es de unos pocos microteslas sino de bastantes más. Luego, a pocos metros de distancia, sí debería quedar reducido a cero. Es decir, que una línea soterrada a medio metro de profundidad tiene justo en la vertical un campo muy alto, más alto que el de una línea de alta tensión aérea. Sin embargo, a dos o tres metros de distancia debería ser prácticamente despreciable"*.

Desgraciadamente la cantidad de radiación electromagnética recibida por los vecinos de algunos edificios colindantes a líneas de alta tensión aéreas es hoy muy superior no sólo a lo biológicamente tolerable sino también a lo legamente admitido, que en el caso español no es lo mismo. En España, en lo relativo a los campos electromagnéticos y su incidencia en la salud, entre lo legal y lo real hay una diferencia abismal.

## **UNA REGLAMENTACIÓN OBSOLETA Y PELIGROSA**

Los límites de la incidencia de los campos electromagnéticos sobre nuestra salud están regulados en España por el *Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre*, por el que se aprobó el *Reglamento* que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. Y en el mismo se ratifica la cifra límite de 100 microteslas a 50 Hz propuesto por la *Recomendación de la Unión Europea de 12 de julio de 1999*, cifra que queda muy lejos -por poner un ejemplo- del modelo sueco en el que se señala como límite máximo 0'25 microteslas para exposición permanente de las personas a campos electromagnéticos. La verdad es que el límite de 100 microteslas apareció por primera vez en 1995 en una norma que tenía solo carácter experimental y publicó el *Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CEN/CENELEC)* pero hacía referencia a **exposiciones a corto plazo**. A pesar de lo cual la cifra se incorporó a nuestra legislación **ignorándose así los potenciales efectos iatrogénicos que implica su exposición a largo plazo**.

E igual da que sean adultos que niños, mujeres embarazadas que ancianos postrados.

*Los reguladores y las industrias de telecomunicación o de energía eléctrica -nos diría **José María del Campo**, geobiólogo, Ingeniero Técnico en Electricidad de *Electrokit-Lleida* y especialista en la realización de instalaciones eléctricas biocompatibles- dan por supuesto que todo el mundo aguanta sus límites legales y no es así. Lo que vienen a decir con su norma es, valga el símil, que todo el personal puede llevar un saco de 50 kilos de cemento al hombro pero la verdad es que habrá personas mayores que no puedan levantar ni diez kilos. Y tampoco a los críos pequeños les puedes meter 50 kilos encima".*

Sin embargo es a esa cifra de 100 microteslas a la que se agarran como lapas las compañías eléctricas para asegurar que todas sus instalaciones son legales e ignorar la evidencia científica posterior que ha dejado claramente obsoleta la *Recomendación 1999/519/CE del Consejo Europeo* de 12 de julio de 1999 que dio lugar a la aberrante legislación que hoy padecemos. Lo demuestra el último gran estudio recopilatorio de todo lo conocido hasta el momento -el *Informe Bioiniciativa: fundamentos sobre los estándares de exposición pública a los campos electromagnéticos basándose en la Biología-* que se publicó hace apenas un año y ha sido elaborado por el grupo *BioIniciativa*, un equipo de trabajo de 14 investigadores de prestigio internacional -científicos, médicos y expertos en salud pública- dedicados a analizar las evidencias científicas existentes hasta hoy -y no hasta 1998- sobre la incidencia de las radiaciones electromagnéticas en la salud.

El documento está elaborado a partir del análisis de 1.300 referencias bibliográficas de artículos y estudios científicos cuya larga relación ya demuestra que es rotundamente falso que exista consenso en la comunidad científica internacional sobre la inocuidad de los campos electromagnéticos como argumentan siempre las compañías eléctricas en sus pleitos. Es más, al recoger los más recientes estudios las conclusiones que los autores derivan de su examen son mucho más ajustadas a la realidad que las revisiones que dieron lugar a las recomendaciones de 1999 sobre las que se apoya la legislación española. Y en lo que se refiere a los límites son concluyentes:

*- "Deben autorizarse nuevos límites reguladores de emisiones de baja frecuencia (las líneas de alta, media y baja tensión lo son). Los límites de Campos Electromagnéticos de Baja Frecuencia (CEMBF) se deben fijar por debajo de aquellos niveles de exposición que han sido relacionados con un aumento de la leucemia en estudios realizados en niños, más un factor de seguridad adicional. No es aceptable por más tiempo construir nuevas líneas eléctricas e instalaciones eléctricas que colocan a las personas en ambientes de CEMBF que han sido determinados como niveles de riesgo, niveles generalmente **de 2 miligauss-0'2 microteslas** y superiores. **¡Y nuestra legislación habla aún de 100 microteslas!** Es decir, **¡500 veces superiores!***

*- Mientras los nuevos límites de ELF se desarrollan y se ponen en ejecución un acercamiento razonable sería plantear **1 mG -0'1 microteslas** para espacios habitables adyacentes a todas las nuevas o ampliadas líneas de energía y un límite de **2 mG -0'2 microteslas** para el resto de nuevas construcciones. También se recomienda que se **establezca un límite de 1 mG -0'1 microteslas para los espacios habitados por niños y/o mujeres embarazadas.** Esta recomendación se basa en la asunción de que se requiere una carga más alta de la protección para los niños que no pueden protegerse y que están en riesgo de padecer leucemia infantil en proporciones que son suficientemente altas como para tomar una acción reguladora. Esta situación particularmente aconseja ampliar el límite de 1 mG al espacio ocupado existente (.)"*

## EL GOBIERNO PROTEGE A LAS ELÉCTRICAS EN LUGAR DE A LOS CIUDADANOS

Lo que está claro es que nuestras compañías eléctricas no tienen de qué preocuparse. Tienen al Gobierno para protegerlas. ¿Cómo, si no, se explica que tras esas recomendaciones nuestras autoridades políticas mantengan los límites en una cifra **¡MIL VECES!** superior a lo razonable biológicamente para muchos ciudadanos: **0'1 microteslas**. Además la estrategia en los tribunales funciona: "*Señoría, la ley permite hasta 100 microteslas y la instalación la compañía sólo produce 8 o 10 microteslas! lo que demuestra que no es peligrosa y la buena fe y los esfuerzos de la empresa*". Un argumento que se caería por su propio peso si nuestro Gobierno exigiera a las compañías eléctricas que la contaminación electromagnética no superara nunca los 0,1 microteslas como sugiere el informe científico más importante elaborado hasta ahora. La normativa española está, en suma, obsoleta. Ha sido superada por los estudios realizados en la última década y es potencialmente **muy peligrosa**.

Bueno, pues en el asunto de las líneas de alta tensión soterradas pasa lo mismo. "*Por poner un ejemplo -señala Carlos Requejo autor de Estrés de Alta Tensión y gerente de la empresa de gestión medioambiental Domobiotik (www.domobiotik.com)-, si una línea de 220 Kilovoltios a 10 metros de altura produce un campo magnético a nivel del suelo de 2,5 microteslas esa misma línea enterrada un metro bajo el suelo incrementa exponencialmente el campo **cientos de veces** lo que resulta muy peligroso de acuerdo a las últimas cifras de los más recientes estudios científicos. Como se puede ver, ocultar el problema, enterrar la línea, no soluciona nada ya que el campo magnético no se atenúa al enterrarla sino que se incrementa inversamente al cuadrado de la distancia (xD<sup>2</sup>)*".

Y no sólo es que el texto de la normativa se haya quedado obsoleto -y, por tanto, los límites a los que están sometidos miles de ciudadanos resultan peligrosos- sino que además la Administración incumple la ley porque la Recomendación de la Unión Europea asumida en el Real Decreto "*contempla la conveniencia de proporcionar a los ciudadanos información en un formato adecuado sobre los efectos de los campos electromagnéticos y sobre las medidas adoptadas para hacerles frente al objeto de que se comprendan mejor los riesgos y la protección sanitaria contra la exposición a los mismos*". Algo que no ha hecho ninguno de los gobiernos españoles desde 2001 hasta hoy.

"*Mis conocimientos como Ingeniero Técnico en Electricidad -señala por su parte el ingeniero industrial Luis Martín, miembro de la Asociación de Estudios Geobiológicos (GEA) y autor de una reciente ponencia sobre el peligro de los campos electromagnéticos en el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) - me llevan a la conclusión que los campos electromagnéticos generados por la corriente alterna van inevitablemente a interferir en el funcionamiento de las débiles corrientes bioeléctricas que circulan por nuestro organismo. En cambio, a nivel industrial nos cuidamos mucho de que no discurran señales eléctricas débiles bajo la influencia de tensiones eléctricas más elevadas para que no se produzcan corrientes inducidas que alteren las señales débiles. Creo pues honradamente que se han de tomar cuanto antes las medidas adecuadas para que los campos electromagnéticos generados por cualquier conductor que transporte corriente alterna no influyan y alteren el buen funcionamiento bioeléctrico del cuerpo humano*".

## ATRAPADOS POR LAS LÍNEAS MEDIA, BAJA Y ALTA TENSIÓN

Cabe añadir que del escaso interés que tiene la Administración en regular los soterramientos de forma que se eviten al máximo posible los campos electromagnéticos es buena muestra que en el texto de la *Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 06 para Líneas Subterráneas con Cables Aislados del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión*, de febrero del 2008, no aparece ni una sola vez la expresión campo electromagnético o campo magnético. Ni una. Se dictan medidas para evitar subidas de temperatura, cortocircuitos y otros problemas pero ni una sola línea para evitar los campos electromagnéticos o magnéticos en superficie.

Las compañías tienen por tanto un margen excesivamente amplio para ajustarse a los límites máximos que, como ya hemos visto, son mil veces superiores a los biológicamente recomendables. Esta falta de uniformidad hace que el grado de afectación de los campos magnéticos de una zona a otra de un mismo ayuntamiento sea variable. Así, puede darse el caso de mínimas afectaciones aunque no por ello exentas de riesgo. *"Entiendo -nos diría Álvarez Unde- que tal y como se están realizando los soterramientos la salud de los vecinos está adecuadamente protegida. Cuando medimos por ejemplo una línea enterrada a dos metros y medio o tres del centro de una calle que tenga una acera ancha constatamos que en el alfeizar de una ventana de la planta del edificio más próximo la intensidad del campo baja incluso por debajo de 0'2 microteslas. El decrecimiento es muy rápido y esa es una ventaja importante. Tiene el inconveniente, eso sí, de que en el centro de la calle la intensidad del campo es muy alto pero no es por donde va el peatón sino por donde pasa el coche o éste se aparca. El peatón transita y no permanece. O está cruzando o si pasea, no se suele pasear por el borde de la acera por precaución. Yo creo que es bastante más ventajoso para la salud que vayan enterradas."* Esperemos que en ese caso al menos no se instale ninguna terraza en la acera o la línea no atraviese ningún parque. Porque, por poner un ejemplo, el trazado de la línea de alta tensión soterrada en el corredor del Besós se ha convertido hoy en zona de paseo preferente de los jubilados. Sin comentarios.

Además también encontramos la posición contraria: *"Todo depende de las intensidades que estén pasando -nos explica José María del Campo-. No podemos decir que a 2 o 4 metros de la vertical hay siempre un determinado impacto. Depende de la potencia y el voltaje. A mayor potencia mayor voltaje. Lo mismo que con las torres: depende de cuánto voltaje lleva, qué alta es y qué distancia hay entre sus cables. En una ocasión me llamaron unas personas que dormían mal en su casa y comprobamos que al cuarto piso llegaban unas 0'25 microteslas. Resulta que por la calle pasaba una línea soterrada con los cables en paralelo y las fases reforzadas; dos cables por fase. Y cuanto más separadas están las fases más campo magnético hay. Si además están desequilibradas, mucho más. En el caso anterior, de la vertical del edificio a la fachada había unos seis metros y aún así en el cuarto piso había 0'25 microteslas "*.

**Mariano Bueno**, fundador y presidente honorífico de la *Asociación de Estudios Geobiológicos (GEA)*, confirmaría este hecho: *"En muchos casos cuando realizamos prospecciones geobiológicas nos encontramos con campos intensos incluso en las plantas altas de los edificios. En cierta ocasión encontramos más de un microtesla en la misma vertical de la línea y en un apartamento de la primera planta de una vivienda contigua 0'7 microteslas. Había que subir hasta la cuarta o quinta planta para encontrarse con 0'2 ó 0'25 microteslas, aún así por encima de lo que se considera seguro. Para nosotros 0'1 microteslas es el límite de seguridad como advierten ya numerosos científicos y organizaciones porque a partir de 0'2 microteslas comienzan a aparecer efectos biológicos graves"*.

La realidad es que el grado de intensidad depende de las características de la línea eléctrica (tensión, amperaje...) y muy especialmente de la configuración geométrica del cableado. *"A la hora de abordar la eficacia de los soterramientos de las líneas de baja tensión -señala Mariano Bueno- hay que tener en cuenta varias cuestiones tanto en el caso de las líneas de alta tensión que están enterradas en medio de las calles que hacen el reparto a las viviendas como en el de las de media tensión. En primer lugar, el diseño de los cables; si van en paralelo o trenzados. Porque cuando van en paralelo -casi siempre- el campo magnético que genera cada cable interacciona con los de los otros cables amplificando el campo magnético resultante. Al trenzar un cable consigues en cambio que las ondas se anulen entre sí y se genera menos campo. Las mangueras negras que van por las fachadas, por ejemplo, van trenzadas. Lo segundo que hay que tener en cuenta es el tipo de tendido. Las líneas que llevan los cables en paralelo generan más campos magnéticos. Y en tercer lugar, hay que valorar el amperaje de las fases; cuando el amperaje que lleva cada cable es similar al del resto las fases están equilibradas y casi no se generan campos magnéticos. En cambio, cuando están desequilibradas las fases se emiten unos campos brutales aunque la línea sea de sólo 380 voltios; hemos llegado a medir en ellas campos a 20 y 30 metros de la línea. Y en cambio hemos constatado que en el entorno de líneas de 200.000 voltios bien acondicionadas no hay campos magnéticos a 15 metros. Te encuentras absolutamente de todo. Lo único que sirve es medir".*

En resumen, resulta que cualquiera puede llevar años viviendo cerca de una línea de alta tensión soterrada, sentirse mal, sufrir insomnio continuado o muy diversos problemas de salud y no saber que la causa puede ser un cable soterrado que pasa por debajo de la acera del edificio en el que vive. Y es que las compañías ¡no están obligadas a señalarlo! Así de simple. *"A nivel urbano -nos explicaría Del Campo- no están obligadas a marcar el recorrido de una línea de las 'normales', de entre 6.000 y 12.000 voltios. Los constructores o contratistas que quieran abrir una zanja sí están obligados antes de hacer las obras a enterarse de por dónde van las líneas para no tocarlas, sean de energía eléctrica, agua o gas. El ayuntamiento obliga a la compañía a informar exactamente del tendido de la línea. Pero al vecino que puede llevar viviendo en las inmediaciones unos cuantos años no hay nada que se lo indique".* Es el mal silencioso: no se ve ni se huele pero puede llevar a la enfermedad e, incluso, a la muerte.

### **¿ESTAMOS DISPUESTOS A PERDER LA SALUD EN ARAS DE UNA TECNOLOGÍA SIN CONTROL?**

Sabiendo lo dicho, ¿es o no hora de que los responsables de las administraciones públicas y la clase política en general se ocupen de modificar la legislación en este ámbito adoptando lo antes posible las recomendaciones del grupo *BioInitiative*? ¿Es o no hora de exigir a las compañías eléctricas que retiren las líneas de alta tensión, los centros de transformación y las antenas de telefonía de la cercanía de los núcleos habitados? ¿Es o no hora de impedir que se engañe a la ciudadanía ocultando o camuflando el problema en lugar de afrontarlo? ¿Hasta cuándo vamos a consentir que nos pongan antenas con forma de palmeras, cruces o marquesinas para que no nos demos cuenta del peligro que corremos o de soterrar sin más los cables de alta tensión sin apantallarlos convenientemente o, aún mejor, trasladarlos para que vayan por lugares no habitados además de bien señalizados?

*"Las líneas de alta tensión que se entierran con el propósito de evitar el riesgo para la salud que suponen sus campos electromagnéticos -nos diría Luis Martín- deben enterrarse siguiendo un protocolo de anulación de los campos magnéticos. Este*

*protocolo es necesario que se especifique en los proyectos de ejecución. De lo contrario las ofertas económicas que se presenten irán sólo en la línea de hacerlo de la forma más económica. Normalmente si los trabajos de ejecución los va a subvencionar una administración pública -parcial o totalmente- se hace una petición a varias empresas, de acuerdo a un proyecto, y se elige aquella que presente la oferta más económica. Por tanto exigir que se haga de forma segura además de económica es aún más importante. Soterrar las líneas de alta tensión sólo enmascara el problema. A veces lo agudiza si no se hace adecuadamente. Y, por cierto, la gente debería ser consciente de que con la excusa de que se hace para proteger la salud ciudadana se está pagando con dinero público los trabajos de mejora y renovación de las infraestructuras de servicio que en realidad tienen el deber de afrontar con su dinero las empresas que venden y distribuyen energía eléctrica. Luego, ¿por qué lo sufragamos los ciudadanos?"* Lamentable. Y algo a tener en cuenta si el Gobierno finalmente actuara con ética y modificara la normativa sobre radiaciones electromagnéticas. Porque en tal caso, ¿quién va a pagar los gastos de adaptación a la nueva normativa? ¿Las compañías eléctricas o de nuevo los ciudadanos? A fin de cuentas la industria podrá alegar que ella se ha limitado a cumplir la ley. Es decir, pasará lo de siempre: la decisión de unos cuantos irresponsables la terminaremos pagando todos. En Cataluña por ejemplo, según nos explicó Carlos Requejo, la factura de soterrar líneas la paga un 25% el estado, un 25% la Generalitat, un 25% el ayuntamiento afectado y el resto *Fecsa*. Y encima quienes han permitido que la salud de los ciudadanos se haya estado deteriorando tantos años se limitarán a alegar que ellos actuaban en función del "conocimiento científico" del momento. Una falsedad evidente porque ya entonces había datos que demostraban que los límites aprobados no eran seguros. Además les importa poco porque saben que nunca responderán de ello en los tribunales. Tienen el dinero, el poder y la influencia suficientes para evitarlo.

Suponemos que el lector se preguntará por qué la industria, si sabe que es posible apantallar los cables de alta tensión, no lo hace antes de soterrarlos. Y la razón -como siempre-es económica. Para empezar, si niega la existencia del problema no tiene que afrontarlo y se ahorra mucho dinero. Y, por otra, cuando ya no puede negar el problema porque son demasiados los científicos que dejan en entredicho lo que afirman buscan "soluciones" baratas aunque sean ineficaces o mucho menos efectivas. Porque la verdad es que los materiales capaces de apantallar los cables de alta tensión son caros. "*Los campos electromagnéticos de baja frecuencia -nos explicaría Mariano Buenotrataviesan sin problema los muros de hormigón, las pantallas de acero y cualquier otro material excepto el mu-metal, un material carísimo que se emplea hoy de hecho en muchos laboratorios así como en las naves espaciales para aislar los sistemas de navegación de cualquier influencia electromagnética pero su coste lo hace impensable para el aislamiento de líneas de alta tensión*".

**José Luis Bardasano** - presidente de la *Fundación Europea de Bioelectromagnetismo*, investigador del Departamento de Especialidades Médicas de la *Universidad de Alcalá de Henares* y miembro del Consejo Asesor de *Discovery DSALUD*- abunda en la misma idea: "*En realidad hay varios materiales aislantes -nos diría-. Uno es el Thermalloy. Otro se llama Alnico y es una mezcla de aluminio, níquel y cobalto. Son aleaciones que aíslan bastante bien y de alguna manera impiden pasar las líneas de fuerza del campo magnético... pero son muy caros. Y el hierro también aísla. Todo esto se sabe. Y no se utilizan simplemente porque resulta muy caro*".

Se trata, en suma, de razones económicas. Pero eso no justifica que al menos no se proponga un protocolo razonable que minimice los problemas de las radiaciones que

provocan las líneas de alta tensión y los transformadores. *"En algunos casos el trabajo se está haciendo bien -reconoce Mariano Bueno- pero en otros el desconocimiento del incremento de los campos electromagnéticos que causa el desequilibrio de fases está llevando a que muchas líneas de baja, mediana o alta tensión estén generando unos campos brutales e inaceptables. Mi experiencia también me demuestra que en aquellos casos en que los técnicos se han querido implicar, que han hecho un trabajo adicional - que no se suele hacer porque sería tanto como admitir un problema que niegan- y han reequilibrado fases de líneas que estaban generando muchos campos electromagnéticos que a un metro llegaban a 1 microtesla esa medida bajó a 0'2 o 0'3. Y a 5 metros a 0'04 o 0'05 microteslas, algo ya aceptable. Insisto en que un desequilibrio de fases en una línea de 380 voltios puede llegar a generar un campo de 0'2 microteslas a 30 metros. Y es igual si está enterrada o en altura. Muchas veces no se precisaría de hecho cableado o instalaciones nuevas, bastaría con mantener una especial atención en el equilibrio de fases. Además es algo que interesa a la propia industria porque conseguiría mayor eficiencia en la línea ya que los campos que se generan es energía disipada y, por tanto, en la medida en que se anulan la instalación funciona mejor, se calienta menos y hay menor pérdida energética. El gran problema es que no asumen ni esto ". José María del Campo aportaría por su parte una solución complementaria: " Lo que habría que hacer es trenzar todos los cables. O poner un solo cable que ya estuviera trenzado por dentro. Bastaría hacer el tresbolillo, dos abajo y uno arriba, y al llegar a la punta hacer un trenzado en el último metro ".*

Y no falta quien piensa que quizás se debería utilizar la corriente continua. *"En principio una línea de alta tensión -señala Carlos Requejo- debería hacerse siempre con corriente continua en vez de usar corriente alterna a 50 Hz. porque de esa manera se minimizan las pérdidas de carga de la línea y los efectos inductivos que son la primera causa de las emisiones electromagnéticas potencialmente nocivas. Los campos eléctricos y magnéticos generados por estas líneas son estáticos, del mismo orden de magnitud que los campos terrestres, y con un 'retorno metálico' su nocividad es muy baja o nula. Una línea continua es la mejor opción técnica porque minimiza todo tipo de impactos: económico, paisajístico, ecológico, sanitario (eléctrico y magnético)... Las torres serían además más pequeñas y los conductores más baratos y ligeros. Por otra parte, una línea continua es más barata de construir que la alterna en recorridos largos, a partir de 300 o 400 kilómetros. Y tiene mayor capacidad de transporte con un corredor o pasillo de seguridad menor. Energéticamente la línea continua es la opción más eficiente. Minimiza las pérdidas de tensión, ahorra energía y es más ecológica. Además es una tecnología consolidada pues se usa desde 1954. Con una línea continua el ahorro de energía eléctrica sería del 15-25% lo que significa que aplicado por Red Eléctrica Española en toda España permitiría cerrar todas las centrales nucleares. El problema que no es fácil de resolver es precisamente el soterramiento de las líneas, sea de corriente continua o alterna, porque el coste económico se multiplica por diez y no permite considerar su aplicación a grandes trazados. De ahí que se reserve para zonas sensibles".*

## **GRAVES EFECTOS SOBRE LA SALUD**

Lo más indignante de esta situación es en todo caso el hecho de que se sabe desde hace mucho tiempo que también los campos de baja frecuencia emitidos por los tendidos eléctricos -como las líneas de alta tensión y las redes domésticas- son peligrosos para la salud. Lo venimos denunciando desde hace años en esta revista. Y de ahí que el malestar profundo entre la ciudadanía sea cada vez mayor. Por eso las reacciones empiezan a ser ya contundentes. Carlos Requejo nos lo transmitía así en la conversación



que mantuvimos con él: *"Usando un lenguaje crudo y extremista pero literal la actual política de seguridad sanitaria en el sector eléctrico podría calificarse de genocidio porque la electropolución puede afectar a largo plazo al potencial genético de toda la población y reducir la eficacia del sistema inmune de manera permanente e indiscriminada entre los seres humanos. Además es uno de los principales factores ocultos del incremento de enfermedades degenerativas "*.

En la revista estamos de acuerdo. Y entendemos que no queda ya más remedio -por nosotros y nuestros hijos- que tomar medidas lo antes posible. Así que más vale que exijamos que se cambie la ley de inmediato, que solo se soterran las líneas y transformadores en las condiciones adecuadas y que las administraciones públicas empiecen a realizar periódicamente mediciones de seguridad en las viviendas. Sólo si los ciudadanos nos hacemos escuchar conseguiremos que las cosas cambien.

**Antonio F. Muro**

---

### **Alzheimer y campos electromagnéticos**

No es sólo el cáncer -especialmente la leucemia entre los niños- lo que parece guardar relación con los campos electromagnéticos. La enfermedad de alzheimer ha sido también relacionada ya con sus efectos. El pasado mes de noviembre un grupo dirigido por el investigador **Martin Röösli** de la *Universidad de Berna* (Suiza) informó de las conclusiones de un estudio - *Residence Near Power Lines and Mortality From Neurodegenerative Diseases: Longitudinal Study of the Swiss Population* - publicado en *American Journal of Epidemiology* en el que se indica que las personas que viven dentro de un radio de 50 metros de una línea de alta tensión tienen más probabilidades de morir con la enfermedad de alzheimer. Cuanto más tiempo vivan cerca de una línea de alimentación de 220-380 kV mayor es su riesgo. *"Los resultados de nuestro estudio - se dice en las Conclusiones - apoyan la hipótesis de que la exposición a campos magnéticos desempeña un papel en la etiología de la enfermedad de alzheimer y la demencia senil pero no de ALS o de otras enfermedades neurodegenerativas. A pesar del gran tamaño de la muestra -que abarca toda la población suiza- estos resultados deben interpretarse con cautela debido a la falta de conocimiento de los mecanismos biológicos"*.

Y este reciente estudio no es el único, sólo el último. Otras investigaciones ya vincularon anteriormente el alzheimer con los riesgos profesionales de los campos electromagnéticos. El año pasado, en un examen para el *BioInitiative Report*, **Zoreh Davanipour** y **Gene Sobel** llegaron a la conclusión de que hay *"una fuerte evidencia epidemiológica "* de que son un factor de riesgo. Claro que ya en 1994 fueron los primeros en hacer esa asociación constatando que las costureras que utilizan máquinas de coser industriales parecen ser particularmente vulnerables. *"Este nuevo estudio suizo - explica Sobel en la web Microwave News - refuerza mi opinión de que a largo plazo la exposición a campos electromagnéticos conduce probablemente a la enfermedad de alzheimer. Creo que la asociación es real"*.

Y hay más: un meta-análisis publicado en la edición de abril de este año en *International Journal of Epidemiology* por la investigadora española **Ana García** -de la *Universidad de Valencia*- constata tras el análisis de 14 estudios ocupacionales que en general la exposición a campos electromagnéticos en el trabajo duplica el riesgo de desarrollar alzheimer. La misma proporción que Röösli encuentra entre las personas

expuestas a las líneas de energía. Es más, el número de afectados podría incluso ser superior porque el alzheimer suele estar a menudo incorrectamente especificada como causa de muerte en los certificados de defunción. Como Rööslí señala si los diagnósticos se basaran en exámenes clínicos en lugar de en los certificados de defunción la tasa de casos de alzheimer podría ser de dos a ocho veces mayor. Rööslí estima que la exposición a campos electromagnéticos en los hogares situados junto a las líneas de alta tensión oscilan entre 0.3 y 0.4  $\mu$ T. Es pues prácticamente el mismo nivel que el que se ha señalado en los estudios que han vinculado a la leucemia infantil con los campos de las líneas de alta tensión.

A pesar de ello en el estudio se señala alguna posibilidad. "(...) *Se ha sugerido que los campos eléctricos inducidos en las redes neuronales (campos eléctricos inducidos en el tejido por la exposición a campos eléctricos y magnéticos de muy baja frecuencia) afectan a la transmisión sináptica. El aumento de las concentraciones de radicales libres puede causar daño oxidativo a los componentes celulares que podrían desempeñar un papel en la etiología de la enfermedad de alzheimer*".

Sobel y Davanipour ya plantearon en 1996 que la causa de que los campos electromagnéticos causen alzheimer puede deberse a que éstos aumentan el flujo de iones de calcio en las células conduciendo ello a la acumulación de betaamiloide en el torrente sanguíneo que se abre camino hacia el cerebro cruzando la barrera hematoencefálica dando así lugar a las placas que son características de la enfermedad. El alzheimer, en suma, pasa a ser otra de las patologías que puede agravarse o ser provocada por la exposición a campos electromagnéticos.

**Antonio F. Muro**