

NIVELES DE EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS TÍPICOS EN EL HOGAR

S. B. Jacob, J. A. Suárez
Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Mar del Plata
Juan B. Justo 4302 CP 7600 Mar del Plata FAX 0223- 4 810046 Tel: 0223 4816600
Grupo LAT (lat@mdp.edu.ar)
Email: sujacob@fi.mdp.edu.ar

RESUMEN: En los últimos 50 años ha habido un aumento en la cantidad y diversidad de las fuentes de campos eléctricos y magnéticos que se emplean con fines personales, industriales y comerciales, incrementando la preocupación en la población por los posibles efectos sobre la salud humana asociados a la exposición a campos electromagnéticos. Mientras los efectos a corto plazo son conocidos y comprobados, el debate respecto de la existencia de efectos de largo plazo, especialmente cáncer, genera preocupación en la sociedad a nivel mundial.

En este trabajo se midieron intensidades de campos magnéticos de aparatos de uso común en el hogar a distintas distancias y se evaluaron los resultados respecto de los valores límites recomendados. En la mayoría de los electrodomésticos, la intensidad del campo magnético a la distancia de uso normal es considerablemente inferior al límite recomendado para el conjunto de la población. A la falta de consenso acerca de las normas que se deben adoptar y hasta que nuevos estudios epidemiológicos permitan establecer criterios más racionales, se realizan algunas recomendaciones en el uso de electrodomésticos en el hogar.

Palabras clave: campos electromagnéticos, exposición, normativa y directrices.

INTRODUCCIÓN

En los últimos 50 años el consumo de energía eléctrica no ha dejado de crecer y como consecuencia de ello las líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica. El uso de aparatos eléctricos como aparatos de radio y TV, computadoras personales, teléfonos celulares, hornos a microondas, equipos de refrigeración, entre otros, es cada vez mayor, la electricidad se ha transformado en esencial para nuestra calidad de vida. Existen campos eléctricos y magnéticos creados alrededor de aparatos, cables y líneas que interactúan con el medio ambiente inmediato y a medida que la tecnología avanza, la exposición a estos campos es mayor, incrementando la preocupación en la población por los posibles efectos sobre la salud humana asociados a la exposición a campos electromagnéticos (CEM). Esta preocupación se ha visto incrementada en los últimos años por la masiva instalación de antenas de telefonía y por el uso generalizado de teléfonos móviles, portátiles o celulares.

El efecto de los CEM sobre la salud de las personas ha despertado numerosas controversias, especialmente cuando se trata de la exposición a CEM de frecuencias extremadamente bajas (EBF), -banda del espectro donde se encuentran los campos de frecuencia industrial de 50 y 60 Hz-, generados por las instalaciones de distribución y transmisión de energía eléctrica. Este tipo de ondas han sido señaladas como responsables de varios daños en la salud. Sin embargo, uno de los temas más polémicos y controvertidos es su relación con el cáncer. Las causas de las neoplasias en la infancia no están suficientemente claras. La hipótesis de que la exposición a CEM estaría asociada con leucemia y tumores en el sistema nervioso central ha sido sugerida en la literatura médica. Los estudios epidemiológicos intentan poner en evidencia una correlación entre los campos y el cáncer. Son investigaciones que deben realizarse a largo plazo.

En el año 2000 se publicaron dos análisis independientes (Ahlbom et al.,2000; Greenland et al, 2000) en los cuales se evaluaron conjuntamente diversos estudios publicados con anterioridad. En el trabajo de Ahlbom se reanalizaron los datos de 9 estudios (3203 niños con leucemia, 10338 controles), mientras en el meta-análisis de Greenland se analizaron los datos de 15 estudios. Ambos trabajos encontraron un aumento del riesgo del orden del 70%-100% en la categoría de sujetos con los más altos niveles de exposición, que corresponde en el estudio de Ahlbom a niños expuestos a niveles medios superiores a 0,4 μ T, y en el estudio de Greenland, a niveles de 0,3 μ T o superiores. En exposiciones más bajas no encontraron ningún incremento de riesgo para leucemia. En conclusión, estos dos trabajos que resumen los resultados de los diversos estudios epidemiológicos en niños, revelan indicios de un probable aumento del riesgo en niños altamente expuestos. Los autores de uno de los estudios concluyen que en el 99,2% de los niños estudiados, que residen en casas con niveles de exposición menores a 0,4 μ T no se encontraron incrementos en el riesgo de desarrollar leucemia, mientras que el 0,8% de los niños, con exposición mayor a 0,4 μ T, presentaron un índice de riesgo duplicado, que es improbable que se deba al azar. Los autores del otro estudio concluyen que los efectos apreciables de los campos magnéticos, si existen, están concentrados en exposiciones relativamente altas y no comunes, y que son necesarios estudios en poblaciones altamente expuestas para determinar la asociación entre campos electromagnéticos y leucemia en niños.

Con los datos disponibles en la actualidad, se puede concluir que de existir un peligro para la salud, éste es muy pequeño o restringido a pequeños subgrupos (los altamente expuestos), la posibilidad de un riesgo importante y generalizado ha sido descartada (Wartenberg, 1998). La Organización Mundial de la Salud ha considerado inadecuadas las evidencias de un efecto cancerígeno o patógeno de los campos (OMS, 2000). Sin embargo la ausencia de una demostración definitiva de la inocuidad

de los CEM de EBF, hace prudente la adopción del *principio precautorio*, esto es, que ante la falta de certeza científica cuando haya peligro de daño grave o irreversible no debe utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos (Ley 25.675, 2002)

El objetivo de este trabajo es evaluar los niveles de exposición a campos magnéticos generados por aparatos electrónicos y electrodomésticos en el hogar y realizar algunas recomendaciones para su uso en forma segura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó en la literatura especializada, una revisión de las publicaciones de investigaciones sobre los efectos posibles de los CEM de EBF sobre la salud, de las recomendaciones y directrices de los valores límites de exposición elaborados por diferentes organizaciones científicas internacionales para proteger a la población contra estas radiaciones y sus fundamentos. Se midieron intensidades de campos magnéticos de aparatos de uso común en el hogar a distintas distancias. Las mediciones se realizaron con un medidor de campo electromagnético TES 1390, evaluando los resultados respecto de los valores límites recomendados. Esto permitió identificar cuáles de los aparatos de uso común en el hogar deben utilizarse con ciertas precauciones para una exposición a los CEM de manera segura.

CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS

Radiación electromagnética

Siempre que se genere, transmita, o utilice energía eléctrica, se crean campos electromagnéticos. Estos campos son magnitudes vectoriales caracterizadas por un cierto número de parámetros, que incluyen su frecuencia, fase, dirección y magnitud. La radiación electromagnética es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro. A diferencia de otros tipos de onda, como el sonido, que necesitan un medio material para propagarse, la radiación electromagnética se puede propagar en el vacío.

El campo eléctrico E está creado por cargas eléctricas. Toda instalación eléctrica energizada, es decir, mantenida a una tensión o voltaje no nulo, tiene un campo eléctrico asociado. La magnitud del campo eléctrico depende de la diferencia de potencial entre los diferentes conductores cargados, cualquiera sea la corriente que circule en los mismos. En tensión alterna el campo eléctrico es variable con el tiempo, a la misma frecuencia de la tensión aplicada.

En contraste, un campo magnético está creado por el movimiento de las cargas eléctricas. Un campo magnético está creado por una corriente eléctrica y ejerce una fuerza sobre una corriente próxima. La magnitud del campo magnético es proporcional a la corriente que circula sobre el conductor, cualquiera sea la tensión del mismo.

La intensidad del campo eléctrico E se mide en voltios por metro (V/m) o en kilovoltios por metro ($1 \text{ kV/m} = 10^3 \text{ V/m}$). Cuanto mayor sea la tensión del conductor mayor será la intensidad de dicho campo eléctrico a una determinada distancia. Dicha intensidad disminuye rápidamente con la distancia. Los mayores campos eléctricos suelen encontrarse debajo de las líneas de Transmisión en Alta Tensión y Extra Alta Tensión. Cuando los conductores están enterrados en el suelo (cables subterráneos), aún cuando se trate de instalaciones en Alta Tensión, los campos eléctricos casi no pueden detectarse en la superficie. En mayor o menor medida, la mayoría de los materiales empleados en la construcción son aislantes, lo que junto con las prácticas usuales de puesta a tierra en las instalaciones eléctricas, hacen que en el interior de viviendas y oficinas, la intensidad de campos eléctricos sea muy baja (Cabal et al, 2005). Asimismo, existe un campo eléctrico natural establecido entre la ionosfera y la superficie terrestre, cuyos valores pueden variar desde los 400 V/m en días de buen tiempo hasta los 20 kV/m en días de tormenta.

Los campos magnéticos pueden describirse por la densidad de flujo magnético (B) o por la intensidad de campo magnético (H), siendo ambos proporcionales a la intensidad de la corriente. La unidad de medida del campo B en el Sistema Internacional (SI) es el Tesla, y en el sistema cgs es el Gauss (G), $1 \text{ T} = 10^4 \text{ G}$. En el sistema SI la unidad del campo H es ampere / metro (A/m). B y H están relacionados en el vacío a través de la ecuación $B = \mu_0 H$, donde $\mu_0 \approx 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ H/m}$ es la permeabilidad magnética del vacío. La permeabilidad magnética del aire y de los tejidos del cuerpo son prácticamente iguales a la permeabilidad magnética del vacío y, por consiguiente solamente una de estas cantidades (B ó H) debe ser medida (Welti, 1999). En la práctica, la cantidad que usualmente se mide es B , los valores suelen expresarse en submúltiplos como el miligauss ($1 \text{ mG} = 10^{-3} \text{ Gauss}$) ó micro Tesla ($1 \mu\text{T} = 10^{-6} \text{ T}$). La equivalencia entre ambos es $1 \mu\text{T} = 10 \text{ mG}$.

A diferencia de lo que sucede con el campo eléctrico, no existen materiales que cumplan el rol de aislantes del campo magnético ni tampoco procedimientos pasivos de apantallamiento de efectividad comparable, tanto del punto de vista técnico como económico. Por tanto, la principal medida práctica de mitigación del campo magnético consiste en incrementar la distancia a las fuentes del mismo (Cabal et al, 2005). Existe un campo magnético natural, continuo, el magnetismo terrestre creado por la rotación de la tierra y de las cargas eléctricas de su interior, que puede variar entre valores en el entorno de 270 mG en el Ecuador y de 670 mG en los Polos.

Los CEM pueden ser ubicados de manera ordenada en el denominado espectro electromagnético, de acuerdo a su frecuencia f o su longitud de onda λ , donde $\lambda = c/f$ y c es la velocidad de la luz (aproximadamente $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$). El espectro electromagnético cubre un enorme rango de frecuencias de más de 20 órdenes de magnitud (Fig. 1). En la Argentina la energía eléctrica se transmite y distribuye con una frecuencia de 50 Hz. Esta frecuencia cae dentro del rango del espectro electromagnético que se extiende de 30 a 300 Hz y se denomina Extremadamente Baja Frecuencia (EBF).

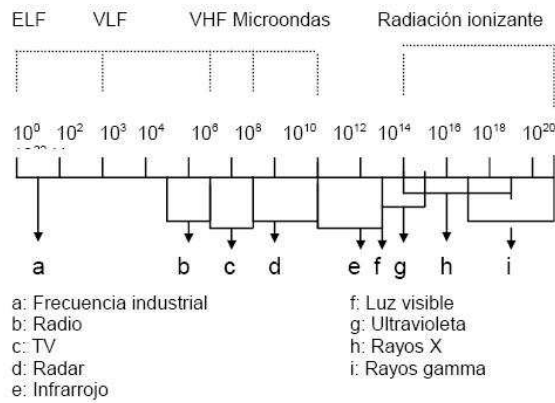


Figura 1. Espectro electromagnético.

Radiaciones ionizantes y no ionizantes

Cuando se estudian los efectos biológicos de radiaciones electromagnéticas es importante distinguir dos rangos de radiaciones: ionizantes y no ionizantes, cuyos mecanismos de interacción con los tejidos vivos son muy diferentes. La ionización es un proceso por el cual los electrones son desplazados de los átomos y moléculas. Si la energía transportada por la onda electromagnética generada es suficiente para producir un ion, la radiación resultante se denomina ionizante. Como se observa en la Figura 2, las radiaciones ionizantes corresponden a la porción de alta frecuencia del espectro electromagnético como los de los rayos X y rayos gamma. Es bien conocido el uso medicinal de los rayos X y otros tipos de radiaciones de alta energía y también los efectos dañinos en exposiciones no controladas. Es muy difícil encontrarse expuesto a este tipo de radiaciones, dado que normalmente estas fuentes se encuentran confinadas y su uso está estrictamente reglamentado y controlado.

La zona del espectro electromagnético de menor frecuencia se la denomina región de Radiaciones No ionizantes (RNI). A esta región pertenecen las emisiones de todo tipo de energía electromagnética como las utilizadas en comunicaciones inalámbricas, estaciones de radio de AM, FM y TV, radar, telefonía celular, microondas, y radiaciones infrarrojas. Estas son las radiaciones a las que habitualmente estamos involuntariamente expuestos porque forman parte de nuestro ambiente inmediato.

Efectos de las radiaciones no ionizantes

Las energías de los fotones asociados con las radiaciones de frecuencias más bajas no son lo suficientemente elevadas como para causar ionización de átomos y moléculas. Es por esta razón que los CEM de radiofrecuencia, junto con la luz visible, la radiación infrarroja y las radiaciones electromagnéticas de frecuencia extremadamente baja se las denomina no-ionizante. Las radiaciones no ionizantes comprenden la porción del espectro electromagnético cuya energía no es capaz de romper las uniones atómicas, incluso a intensidades altas. No obstante, estas radiaciones pueden ceder energía suficiente, cuando inciden en los organismos vivos, como para producir efectos térmicos (de calentamiento) tales como los inducidos por las microondas. Un calentamiento excesivo puede matar células, producir quemaduras o daños permanentes en los tejidos.

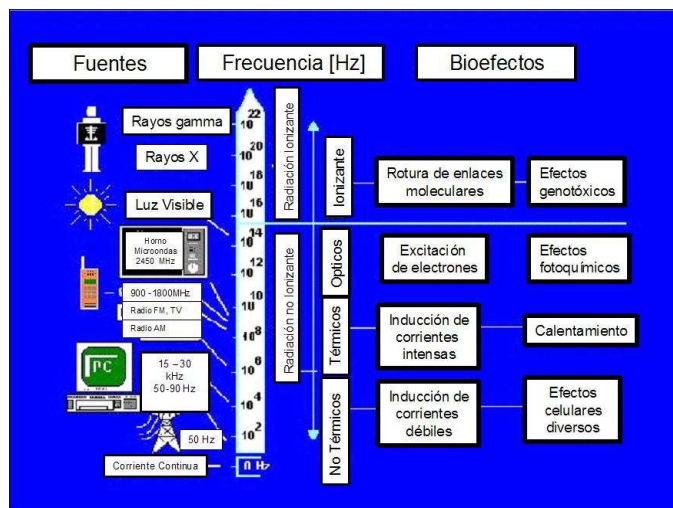


Figura 2. Las radiaciones electromagnéticas y sus efectos biológicos en función de la frecuencia de las ondas.

En el cuerpo humano, pueden esperarse daños en los tejidos cuando la cantidad de energía absorbida es similar o mayor que el calor generado por los procesos corporales normales. La sobre elevación de temperatura dependen de la densidad de

potencia incidente, del tiempo de exposición y de los medios de disipación intrínsecos del cuerpo humano (Revuelta et al, 2008).

También, las radiaciones no ionizantes intensas de frecuencias bajas pueden inducir corrientes eléctricas en los tejidos, que pueden afectar al funcionamiento de células sensibles a dichas corrientes, como pueden ser las células musculares o las nerviosas. Mediante la simulación tridimensional se ha determinado que un campo magnético ambiental de 1500 μT genera densidades de corriente internas inferiores a 10 mA/m^2 , mientras que los campos eléctricos ambientales de 10 kV/m inducen densidades internas de 1 mA/m^2 , debido al efecto de blindaje de piel y músculos. Se observa que el margen de seguridad que adoptan las normas es bien elevado (Ph y Hutzler, 1994).

Diversos estudios han mostrado que globalmente las densidades de corrientes afectan a una persona con los efectos indicados en la Tabla 1 (IRPA/INIRC,1990; WHO,1987).

Densidad de corriente [mA/m^2]	Efectos inmediatos
< 1	Ausencia de efectos
1 - 10	Sensaciones menores
10 -100	Efectos sobre la visión y el sistema nervioso
100 - 1000	Contracciones, excitabilidad, estimulación peligrosa
> 1000	Fibrilación ventricular y extrasístole

Tabla 1: Densidades de corriente y sus efectos

Por este motivo se acepta que el valor límite no debe superar los 100 mA/m^2 , que el valor admisible sobre una persona es 10 veces menor (10 mA/m^2) y que el valor límite básico para el público sea 2 mA/m^2 . Las normas actuales se basan sobre este concepto (Díaz, 2008).

Los efectos de los campos eléctricos y magnéticos pueden ser:

- Efectos inmediatos: Los campos eléctricos y magnéticos producen efectos inmediatos en las personas, sobre la base de la inducción de corrientes en el cuerpo humano. Estos efectos se manifiestan de diferentes maneras, por ejemplo mediante la estimulación nerviosa o muscular, la vibración de los pelos de la piel, etc. Sobre la existencia de todos ellos no se presentan dudas, estos efectos inmediatos pueden ser provocados tanto por el campo eléctrico como por el magnético, cuando los niveles de exposición son suficientemente elevados y los efectos desaparecen cuando cesa la exposición (Díaz, 2008).
- Efectos mediatos o de largo plazo: resultan mucho más discutidos. Para el campo eléctrico prácticamente hay acuerdo en que no existen consecuencias con exposiciones de baja intensidad a largo plazo (Díaz, 2008), salvo el caso (muy poco frecuente) del efecto indirecto de los iones, creados por las instalaciones de alta tensión, que pueden capturar aerosoles contaminantes cuando son producidos por actividades industriales o urbanas. (Fews et al, 1999).

En cambio para el campo magnético existen estudios epidemiológicos que muestran una correlación entre distintos tipos de cáncer y la exposición a niveles de campos magnéticos inferiores al μT . Los niveles de campo involucrados en estos casos son inferiores o iguales a los que normalmente encontramos en el medio ambiente urbano o industrial.

	Efectos inmediatos	Efectos mediatos
Tipo de exposición	Instantánea, con fuertes valores de campo	Acumuladas, con bajos valores de campo
Niveles críticos	1000-10000 μT	0,2 - 4 μT
Manifestación invocada	Percepción dérmica. Estimulación nervioso- muscular	Cáncer. Alteración de la función reproductora
Reconocimiento	Aceptado	Controvertido
Estudios realizados y a realizar	Normalización Trabajos en Tensión	Epidemiológicos, Biológicos, análisis de riesgo
Naturaleza del problema	Técnica	Política, comunicación
Impacto	Lugares públicos y de trabajo	Lugares públicos, de trabajo y hogar

Tabla 2: Efectos mediatos e inmediatos del campo magnético

Cabe aclarar que la OMS sugiere que los portadores de marcapasos cardíacos, implantes ferromagnéticos y dispositivos electrónicos implantados deben evitar exposiciones de campos magnéticos mayores de 0,5 mT.

ASPECTO NORMATIVO Y LEGISLATIVO

Una norma basada en criterios de salud requiere, en principio, que el peligro que el agente o factor representa para la salud esté confirmado y por otra parte que los riesgos estén bien evaluados. El objetivo de estas directrices es establecer recomendaciones para limitar la exposición a los CEM con el fin de proveer protección contra efectos adversos a la salud basándose en sólo los efectos “demostrados”, es decir de corto plazo.

Varios organismos dan valores guías de niveles tolerables de exposición a campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial tanto para el público como ocupacional. Estas Instituciones científicas de reconocimiento mundial son: NRPB (Consejo Nacional de Protección Radiológica del Reino Unido), ACGIH (Conferencia Americana Gubernamental de Higiene Industrial e ICNIRP (Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No- Ionizantes). La mayoría de los países que decidieron desarrollar normas con respecto a la exposición de los CEM, tomaron como referencia directa o indirecta, las recomendaciones de la ICNIRP (ICNIRP, 1997). Los niveles tolerables de exposición del público y ocupacional se ven en las Tablas 3 y 4.

La ICNIRP es una organización científica independiente, creada en el Octavo Congreso Internacional de la Asociación Internacional para la Protección contra la Radiación (IRPA) en Montreal 1992. Trabaja en estrecha colaboración con otras organizaciones y agencias nacionales e internacionales relacionadas con la protección de la salud, como, entre otras: Organización Mundial de la Salud OMS), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC). Otros organismos recomiendan valores algo diferentes. En la Argentina la Secretaría de Energía de la Nación exige valores límites verificados a 1 metro sobre el nivel del suelo. (Secretaría de Energía, 1998). En algunos países europeos, para las instalaciones de nuevas líneas aéreas, estaciones transformadoras y cables subterráneos, se ha introducido recientemente el *principio de precaución* en la normativa, de manera que, además del “valor de exposición límite” (a) basado en el principio de causalidad por los efectos inmediatos (relación causa-efecto), se especifican el “valor de precaución” (b) y el “valor objetivo calidad” (c), ambos como valores medios diarios, como se ve en la Tabla 5.

Organización	E [kV/m]	B [μ T]
NRPB	12	1600
ICNIRP	10 8 h/ día	500 8 h/ día
	30 < 2 h/día	5000 < 2 h/día
ACGIH	25 < 2 h/día	1000 < 2 h/día

Tabla 3: Niveles tolerables de exposición ocupacional

Organización	E [kV/m]	B [μ T]
NRPB	12	1600
ICNIRP	5 24 h/ día	100 24 h/ día
	10 pocas h/día	1000 pocas h/día

Tabla 4: Niveles tolerables de exposición del público

País	Valor límite para el público E [kV/m]	Valor límite para el público B [μ T]
Argentina	3 ^(a)	25 ^(a)
Europa	10 ^(a)	640 ^(a)
Alemania	5 ^(a)	100 ^(a)
Suiza	5 ^(a)	100 ^(a) /1 ^(b)
Italia	5 ^(a)	100 ^(a) /10 ^(b) /3 ^(c)

Tabla 5: Valores límites otros organismos

Debido a la falta de consenso acerca de las normas que se deben adoptar- y hasta que diversos estudios epidemiológicos aún no concluidos permitan establecer los criterios más racionales- se han establecido principios de cumplimiento voluntario (WHO, 2002) que pueden contribuir a reducir al mínimo los daños ocasionados por las emisiones de radio frecuencias. (Skvarca y Aguirre, 2006).

1. Principio de precaución o de incertidumbre científica.
2. Principio de prudencia: Establece que se deben tomar medidas de protección de bajo costo que permitan disminuir la intensidad de los CEM
3. Principio de exposición: Tan baja como sea razonablemente posible. Se debe emplear la menor potencia posible para una tarea dada.

Estos principios no establecen ni recomiendan valores máximos o mínimos, sino que enuncian conceptos que pueden interpretarse subjetivamente. Como resultado, en la actualidad se ha desatado un gran debate sobre el alcance y la aplicación de cada uno de ellos (Foster et al, 2000).

INTENSIDADES DE CAMPO MAGNÉTICO TÍPICOS EN ALGUNOS ELECTRODOMÉSTICOS

Como las instalaciones de transmisión y de distribución se encuentran normalmente alejadas de los lugares de permanencia de las personas, no así las domésticas, la exposición a los valores de campo magnético sospechados peligrosos por sus efectos mediatos ($\sim 0,3 \mu$ T) es generalmente más frecuente con estas fuentes. Las intensidades de campos magnéticos pueden ser muy diversas, incluso entre aparatos similares. Estas diferencias de intensidad del campo magnético están relacionadas con el diseño del producto. En la Tabla 6 se muestran valores típicos de diversos aparatos eléctricos comunes en los hogares y lugares de trabajo. Los niveles de exposición efectivos dados por la Oficina Federal Alemana de Seguridad Radiológica (Bundesamt für Strahlenschutz, 1999) varían considerablemente dependiendo del modelo de los aparatos y la distancia al cual

fue medido. Todos los aparatos funcionan con 50 Hz de frecuencia. La distancia de operación normal se indica en negrita. En la mayoría de los electrodomésticos, la intensidad del campo magnético a la distancia de uso normal es considerablemente inferior al límite recomendado para el conjunto de la población, de 25 μT . La mayoría, excepto la afeitadora y el secador de pelo, no se utilizan a una distancia muy cercana al cuerpo. La intensidad del campo magnético disminuye rápidamente a medida que nos alejamos del mismo, y pueden ser de valores muy diferentes en el mismo tipo de aparato de acuerdo a la calidad, como podemos observar en los valores medidos por los autores de este trabajo, Tabla 7. Estas diferencias están asociadas a la calidad constructiva de los mismos.

Los hornos de microondas domésticos funcionan a potencias muy altas. Sin embargo, disponen de una protección eficaz que reduce la fuga de radiación de los hornos hasta niveles casi indetectables. Además, la intensidad de las fugas de microondas se reduce de forma muy pronunciada al aumentar la distancia desde el horno. En muchos países, existen normas de fabricación que especifican los niveles máximos de fuga de radiación admisibles en hornos nuevos; un horno que cumpla dichas normas no supondrá peligro alguno para el consumidor. En los casos medidos vemos que a 3 cm de distancia uno de los aparatos supera el valor especificado por las normas, aunque sí cumple a la distancia de uso común, como es a 30 cm.

Aparato eléctrico	A una distancia de 3cm (μT)	A una distancia de 30cm (μT)	A una distancia de 1 m (μT)
Secador de pelo	6-2000	0,01-7	0,01-0,03
Máquina de afeitar eléctrica	15-1500	0,08-9	0,01-0,03
Aspiradora	200-800	2-20	0,13-2
Luz fluorescente	40-400	0,5-2	0,02-0,25
Horno de microondas	73-20	4-8	0,25-0,6
Radio portátil	15-56	1	< 0,01
Horno eléctrico	1-50	0,15-0,5	0,01-0,04
Lavadora	0,8-50	0,15-3	0,01-0,15
Lavavajilla	3,5-20	0,6-3	0,07-0,3
Afeitadora	800 (1cm)		
Computadora	0,5-30	< 0,01	
Frigorífico	0,5 -1,7	0,01-0,25	< 0,01
TV Color	2,5-50	0,04-2	0,01-0,15

Tabla 6: Intensidades de campos magnéticos típicos en electrodomésticos

Fuente: Oficina Federal alemana de seguridad radiológica

Aparato eléctrico	M	A una distancia de 3cm (μT)	A una distancia de 30cm (μT)	A una distancia de 1 m (μT)	Aparato eléctrico	M	A una distancia de 3cm (μT)	A una distancia de 30cm (μT)	A una distancia de 1 m (μT)
Secador de pelo	1	6,05	0,17	0,06	Computadora CPU	1	0,35	0,12	0,06
	2	5,50	0,5	0,05		2	0,52	0,15	0,07
	3	1,90	0,3	0,04		3	0,28	0,12	0,04
Máquina de afeitar eléctrica	1	9,2	0,9	0,05	Computadora Monitor común	1	2,08	0,5	0,09
	2	0,8	0,07	0,04		2	1,52	0,15	0,05
	3	0,34	0,05	0,06		3	1,8	0,16	0,04
Horno de microonda		53	2,2	0,8	TV Color	1	2,49	1,05	0,09
		18,6	2,6	0,07		2	2,6	1,1	0,03
		-	3,30	0,46		3	2,28	1,8	0,13
						LCD	0,08	0,14	0,04
Microcomponente de audio	1	0,38	0,16	0,04	Lavadora	1	5,5	-	-
	2	1,01	0,18	-		2	0,28	0,07	0,06
	3			0,04		3	-	-	-

Tabla 7: Intensidades de campos magnéticos medidos en distintos modelos de electrodomésticos a diferentes distancias

Las pantallas de computadora y televisores se basan en principios de funcionamiento similares. Se encuentran entre los equipos eléctricos que han sido objeto de mayor cantidad de estudios. Las pantallas de cristal líquido que se utilizan en algunas computadoras portátiles y de escritorio no generan campos magnéticos significativos. Las computadoras modernas tienen pantallas conductoras que reducen el campo estático de la pantalla hasta un nivel similar al normal de fondo de los hogares o los lugares de trabajo. En la posición que ocupa el usuario (a 30 y 50cm de la pantalla), los niveles de estos campos registrados son demasiado débiles para provocar efectos nocivos conocidos. En los valores medidos en el monitor común de computadora y en el TV color a la distancia normal de uso, no se superan los 0,5 μ T.

CONCLUSIONES

- A pesar de los numerosos estudios realizados, la existencia o no de efectos cancerígenos es muy controvertida. En cualquier caso es evidente que si los campos electromagnéticos producen algún efecto de aumento de riesgo de cáncer, el efecto será extremadamente pequeño (OMS, 2003).
- Se ha sugerido que mientras la ciencia mejora sus conocimientos de las consecuencias sobre la salud, puede ser recomendable aumentar las precauciones para enfrentarse a las incertidumbres que aún existen; se recomienda evitar las exposiciones innecesarias y que estas sean bajas como tan razonablemente posible. Por un principio de precaución conviene fomentar el control sanitario y la vigilancia epidemiológica de la exposición con el fin de evaluar posibles efectos a mediano y largo plazo de los CEM.
- En cuanto a la normativa vigente a nivel mundial que limita la exposición a los campos de frecuencia industrial, la misma se basa en los efectos de corto plazo, al presente los únicos confirmados, por lo que la posible relación de los campos con el cáncer (efectos de largo plazo) no ha sido considerada en la definición de los valores límites de exposición.
- Para evitar los efectos inmediatos sobre las personas los campos eléctricos y magnéticos deben ser limitados a los valores especificados por las normas.
- Cuando se proyectan nuevas instalaciones deben implementarse soluciones técnicas que ofrezcan una menor exposición a campos magnéticos. El campo debería ser mitigado lo máximo que resulte técnica y económicamente posible.

REFERENCIAS

- Ahlbom A., Day N., Roman et al (2000). A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *Br. J Cancer* 2000; 83(5) 692-8
- Cabal C, Otero G, Acuña J. (2005) Informe sobre campos electromagnéticos y la salud humana. Instituto de Ing. Eléctrica Univ. de la República, Uruguay.
- Diaz R (2008), Los campos electromagnéticos de frecuencia industrial y los riesgos para la salud. *Cet.* ISSN 1668-8910.
- Fews A. et al (1999) Corona ions from powerlines and increased exposure to pollutant aerosols. *Internacional Journal of Biology* 75, pp 1523-1531.
- Foster K., Vechia P. (2000), Repacholi Science and the precautionary policy *Siente* 2000,288: 979-81
- Greenlands, Sheppard A., Kelsch, et al (2000). A pooled analysis of magnetic fields wire coles and childhood leucemia. In abstracts of 32nd Annual SER meeting, Baltimore, Maryland June 10-12 (1999)
- ICNIRP (1997) Internacional Comisión on non Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up 300 GHz)
- IRPA/INIRC (1990) Guidelines on limits of exposure to 50/60 Hz electric and magnetic fields, *Health Physics*, Vol 58, pp 113-122.
- Ley 25.675 "Ley General del Ambiente. Sanción 06/11/2002 BO 28/11/2002. Principios de la Política Ambiental
- OMS. Organización Mundial de la Salud (2000) Health effects from exposure to electric and magnetic fields (up 300 GHz).
- OMS. 2003. What is EMF?
- Ph B. y Hutzler B. "Current densities Within the body during a 50 Hz magnetic field exposure", Nov. 1994, DER-EDF.
- Revuelta M, Fernández J, Hidalgo R, Rivera R, Gemin W (2008) Las radiaciones electromagnéticas y sus efectos en el cuerpo humano. Publicado Revista Nexo UNMDP pag 24-33.
- Secretaría de Energía de la Nación (1998) Resolución N° 77 B O N° 28859 1ª. Sección Argentina.
- Skvarca J., Aguirre (2006) Normas y estándares aplicables a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias en America Latina: Guía para los límites de exposición y los protocolos de medición *Rev. Panam. Salud Pública/Pan Am / Public Health*. D. Wartenberg, "Residential magnetic fields and childhood leukemia: A meta-analysis", *American journal of public health*, Vol. 88, pp 1787-1794, 1998.
- Welti R. (1999) La interacción de CEM de EBF con sistemas biológicos. Trabajo presentado en 2das Jornadas de Trabajos en Tensión Rosario.
- World Health Organization (1987) Environmental Health Criteria 69: Magnetic Fields, WHO.
- WHO (2002) Establishing a dialogue on risk from electromagnetic fields. Radiation and environmental health. Genova.

ABSTRACT In the last fifty years, there has been an increase in the number and diversity of sources of electric and magnetic fields used for personal, industrial and commercial purposes. This has incremented the population's concern about the possible effects of exposure to electromagnetic fields on human health. Whereas short-term effects are well known and proved, the debate as regards the existence of long-term effects, particularly cancer, worries society worldwide. Magnetic fields of everyday household appliances were measured in the home at different distances and the results were evaluated against the recommended limit values. In most household appliances, the intensity of the magnetic field at the average distance of use, is considerably lower than the limit recommended for the population in general. However, despite the lack of consensus on the norms to be adopted and until new epidemiological studies enable us to set more rational criteria, some recommendations are made about the use of household appliances in the home.

Key Words : Electromagnetic fields, exposure, regulations and guidelines.