

---

**ANEXO I**

**CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS  
PRODUCIDOS POR LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA**

---

## ANEXO I

# CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS PRODUCIDOS POR LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA

---

### TABLA DE CONTENIDOS

	Título	Pág.
I1.	PROBLEMA GENERAL.....	1
I2.	INTRODUCCIÓN.....	1
I3.	CAMPO ELÉCTRICO .....	2
I3.1	Fuentes naturales.....	3
I3.2	Fuentes artificiales.....	3
I3.3	Valores límites recomendados campos eléctricos .....	4
I3.3.1	Público en general .....	4
I3.3.2	Ocupacional .....	4
I4.	CAMPOS MAGNÉTICOS .....	4
I4.1	Fuentes naturales.....	6
I4.2	Fuentes artificiales.....	6
I4.3	Valores límites recomendados campos magnéticos .....	7
I4.3.1	Público en general .....	7
I4.3.2	Ocupacional .....	7
I5.	¿CUÁL ES LA SITUACIÓN EN CHILE? .....	9
I6.	¿QUÉ ESTÁ HACIENDO EL MUNDO ACTUALMENTE?.....	12
I7.	EFFECTOS SOBRE CULTIVOS, GANADO Y ANIMALES .....	15
I8.	RECOMENDACIONES EMANADAS DE LOS ORGANISMOS TÉCNICOS ..	16
I9.	CONCLUSIONES .....	17
I10.	REFERENCIAS.....	18

## ANEXO I

# CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS PRODUCIDOS POR LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA

---

### 11. PROBLEMA GENERAL

Todas las instalaciones eléctricas, independientes de su dimensión, son fuentes de campos eléctricos y magnéticos de frecuencias denominadas extremadamente bajas.

En los últimos años, el interés en los efectos que los campos de estas frecuencias podrían tener en las personas ha aumentado, especialmente sobre su salud.

Existe una gran preocupación respecto de la posible asociación entre dichos campos y algunos tipos de cáncer.

Como consecuencia de lo anterior, se ha desarrollado desde hace varias décadas, en todo el mundo, extensos programas de investigación que incluyen estudios epidemiológicos, experimentos de laboratorio "*in vitro*" e "*in vivo*".

La prensa juega un rol importante en el tratamiento de este problema, considerando su gran influencia en la opinión pública. En reiteradas ocasiones, los medios insisten en publicar noticias alarmantes y ambiguas que atemorizan a la ciudadanía en cuanto a la riesgosa exposición en su vida cotidiana. El argumento de este tipo de notas y artículos muchas veces resulta insuficiente ya que se basan en información parcial o en trabajos llamativos que no resisten análisis científicos críticos, resultando investigaciones sesgadas.

### 12. INTRODUCCIÓN

Los campos electromagnéticos existen en el ambiente y provienen de diversas fuentes naturales y artificiales. Sólo se diferencian por la frecuencia de su condición alterna que va desde los campos estáticos -de frecuencia 0-, pasando por la baja frecuencia o frecuencia industrial 50 ó 60 Hz, la radiofrecuencia, televisión, microondas, radar, luz infrarroja, luz visible, luz ultravioleta, Rayos X y Rayos Gamma. Estos dos últimos son del tipo ionizantes con frecuencias superiores a los trillones de Hz.

Como se observa, los campos electromagnéticos existen, por un lado, en forma natural en el medio en que vivimos (campos estáticos, de frecuencia cero) y, por otro, de manera artificial debido a las aplicaciones tecnológicas desarrolladas por el ser humano.

Aunque todos estos campos electromagnéticos podrían tener algún efecto en los seres vivos, nuestro análisis se refiere fundamentalmente a lo que la literatura internacional y la Organización Mundial de la Salud, OMS, ha denominado “campos electromagnéticos de frecuencias extremadamente bajas” que van de 0 Hz a 3000 Hz. En este intervalo de frecuencias se generan campos eléctricos y magnéticos del tipo no radiantes (no se propagan) y no ionizantes.

### **13. CAMPO ELÉCTRICO**

Este campo es producido por la presencia de cargas eléctricas (electrones) directamente proporcional al voltaje (volts o kilovolts), decreciendo rápidamente al aumentar la distancia de las cargas eléctricas. Se mide en (kV/m).

Por ejemplo, mientras el cable de cualquier artefacto eléctrico permanece enchufado a la red domiciliaria, éste genera un campo eléctrico aunque el artefacto esté con su interruptor apagado.

En forma natural, en el ambiente en que vivimos existe un campo eléctrico del orden de 0,2 kV/m en condiciones de buen tiempo, sin embargo, puede llegar a 50 kV/m cuando ocurre una tormenta eléctrica. Estos campos naturales son de características estáticas, es decir, su magnitud y polaridad no varían en el tiempo.

Una característica que presenta el campo eléctrico es su facilidad para ser blindado, de modo que el campo no penetre en el interior de un cuerpo. El blindaje o apantallamiento de estos campos se logra encerrando el cuerpo con una malla o superficie conductora o semiconductora, que establece un voltaje único en la superficie exterior del volumen (jaula de Faraday).

En el ser humano y los animales el apantallamiento se presenta en forma natural debido a la característica conductora de la piel o los respectivos pelajes, por ende, el campo eléctrico no penetra dentro de los organismos.

Lo anterior, además de los resultados de los estudios científicos, ha llevado a que los expertos concluyan que el campo eléctrico no produce un efecto negativo en los seres humanos.

Con todo, las construcciones de casas y edificios, en general, gracias a sus armaduras y techos metálicos producen un cierto apantallamiento, obteniendo un campo eléctrico muy pequeño en su interior, siempre que no exista una fuente de campo interna en la casa.

Los valores promedios medidos de campos eléctricos en la cercanía de instalaciones y dispositivos eléctricos reportados por la literatura técnica disponible son los siguientes:

### 13.1 Fuentes naturales

Campo eléctrico estático terrestre:                      Habitual             $\leq 0,2$  kV/m  
Excepcional            $< 50$  kV/m

### 13.2 Fuentes artificiales

Fuentes	Campo Eléctrico (kV/m)
Bajo Línea de transmisión de alta tensión	1,5-10
Frazada eléctrica*	0,5-5
Plancha	0,12
Afeitadora eléctrica*	0,1-1
Tostadora eléctrica*	0,1
Secador de Pelo	0,08
TV, monitor de PC	0,06
Campo eléctrico residencial permanente (50 Hz)	0,01

(\*) Medido a escasos centímetros.

Los valores de campo eléctrico bajo líneas de transmisión de alta tensión indicados son superiores a las medidas de campos electromagnéticos en líneas de transmisión en Chile (referencia empresa Transelec). Lo anterior, lo corroboran las medidas efectuadas por profesores del Departamento de Electricidad de la Universidad de Santiago de Chile, publicadas en memorias y *papers* técnicos de tal entidad.

Sin embargo, existen ciertos parámetros por los cuáles se rige la comunidad eléctrica internacional. Los valores límites recomendados para la exposición de las personas a los campos eléctricos, establecidos por diversas entidades de prestigio internacional se detallan en las tablas siguientes.

### 13.3 Valores límites recomendados campos eléctricos<sup>1</sup>

#### 13.3.1 Público en general

Institución	Campo eléctrico (kV/m) efectivos
NRPB 2004 (Inglaterra) [Nacional Radiological Protection Board - UK]	5
ICNIRP 2001 (Internacional) [Comisión Internacional contra Radiaciones No Ionizantes]	5
UE 2004 (Europa) [Unión Europea]	5

#### 13.3.2 Ocupacional<sup>2</sup>

Institución	Campo eléctrico (kV/m) efectivos
NRPB 2004 (Inglaterra) [Nacional Radiological Protection Board - UK]	10
ICNIRP 2001 (Internacional) [Comisión Internacional contra Radiaciones No Ionizantes]	10
UE 2004 (Europa) [Unión Europea]	10
ACGIH 1999 (Estados Unidos) [American Conference of Govern Industrial Hygienist]	25

## 14. CAMPOS MAGNÉTICOS

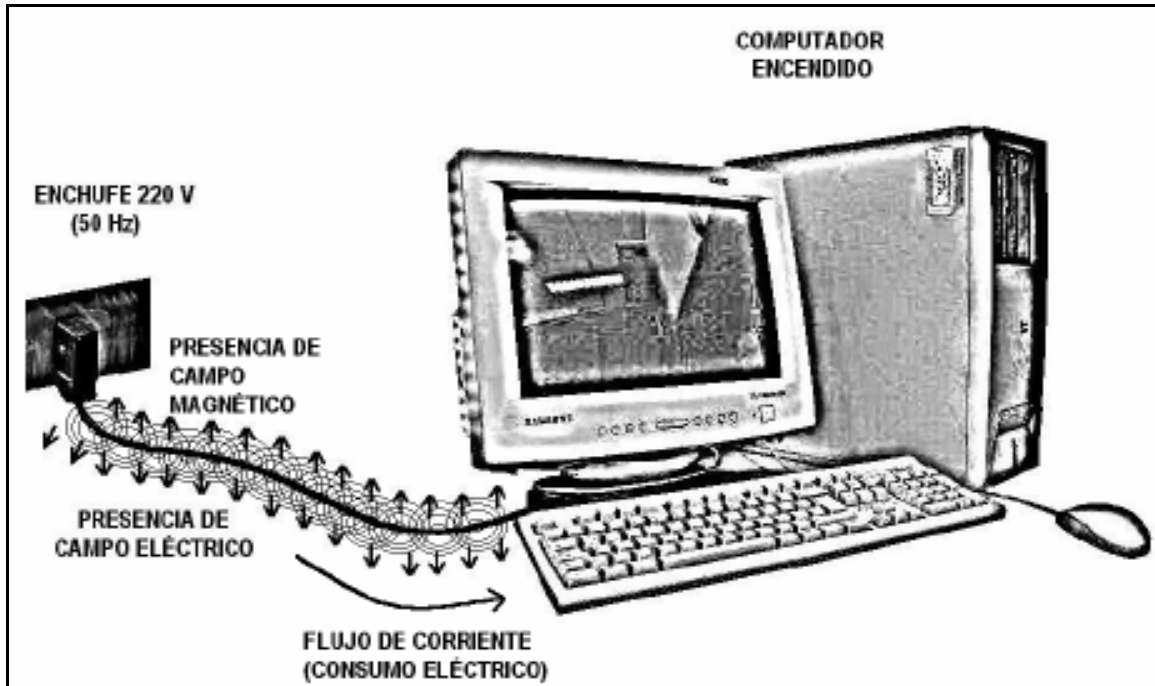
Son campos creados por el movimiento de las cargas eléctricas en un material conductor (movimiento de los electrones). Su valor es proporcional a la corriente o al consumo de electricidad - medido en amperes [A] - y decrece rápidamente al aumentar la distancia con respecto a las cargas en movimiento, de manera similar al campo eléctrico. La densidad de un campo o inducción magnética se mide en miligauss (mG) o microtesla ( $\mu$ T).

En consecuencia, el campo magnético que genera una línea de transmisión será dependiente de su grado de carga y, por lo tanto, será muy variable durante las 24 horas del día.

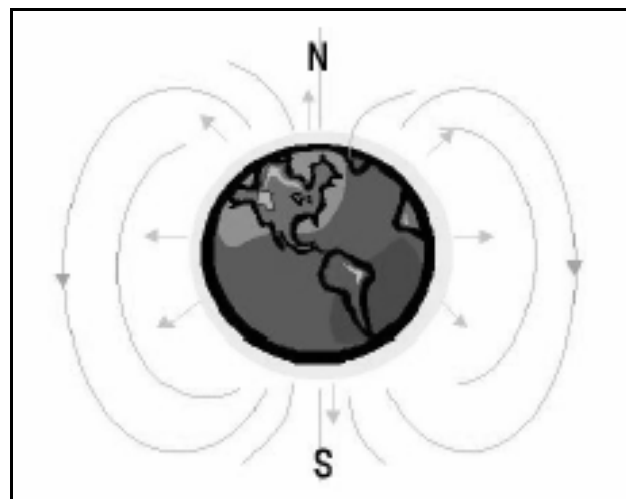
<sup>1</sup> Estudios actualizados a Enero 2005.

<sup>2</sup> Aplicable al personal que trabaja en las industrias y/o empresas eléctricas, donde el nivel de campo eléctrico es más alto de lo habitual y, al que puede estar sometida una persona durante la jornada de trabajo. No es aplicable para niños menores y ancianos.

Por ejemplo, mientras cualquier artefacto eléctrico se encuentre conectado y funcionando, consumiendo electricidad, generará un campo magnético producido por el consumo de energía y también un campo eléctrico por la presencia de voltaje.



En forma natural existe en la tierra una densidad de campo magnético estático del orden de 33 a 70 [ $\mu$ T] dependiendo si se trata del Ecuador o de los polos de la tierra.



Blindar un volumen para evitar la penetración del campo magnético es complejo y, si se quiere ser muy efectivo, de un alto costo debido a la necesidad de contar con materiales especiales como la aleación llamada mumetal. Por consiguiente, el campo magnético reinante en un ambiente puede penetrar al interior del cuerpo de las personas que están en dicho medio.

Los científicos intuyen que los campos magnéticos podrían tener algún efecto en los seres humanos. De esta manera, las investigaciones que se desarrollan se han centrado fundamentalmente en esta área y, en particular, en los efectos a largo plazo.

Los valores promedios de campos magnéticos medidos en la cercanía de instalaciones y dispositivos eléctricos, reportados por la literatura técnica disponible son los siguientes:

#### I4.1 Fuentes naturales

Campo magnético estático terrestre:                      Aprox. 70 [μT]

#### I4.2 Fuentes artificiales

Fuentes	Campo Magnético [μT]
Bajo Línea de transmisión de alta tensión	1-50
Frazada eléctrica*	0,5-10
Afeitadora eléctrica*	10-450
Tostadora eléctrica*	3-12
Secador de Pelo	30-2.000
Horno Microondas*	72-400
Aspiradora doméstica*	20-800
Lavadora eléctrica*	20
Lámpara halógena	15
Trenes eléctricos tipo metro (a nivel del piso)	50
TV*	2
PC	0,2-4
Examen resonancia magnética	500-1.500
Campo magnético residencial permanente (50 Hz)	1

(\*) Medido a escasos centímetros.

Los valores límites recomendados establecidos por diferentes organizaciones para la exposición de las personas a los campos magnéticos se muestran en las tablas siguientes.



### 14.3 Valores límites recomendados campos magnéticos<sup>1</sup>

#### 14.3.1 Público en general

Institución	Campo magnético [ $\mu$ T]
NRPB 2004 (Inglaterra) [Nacional Radiological Protection Board - UK]	100
ICNIRP 2001 (Internacional) [Comisión Internacional contra Radiaciones No Ionizantes]	100
UE 2004 (Europa) [Unión Europea]	100

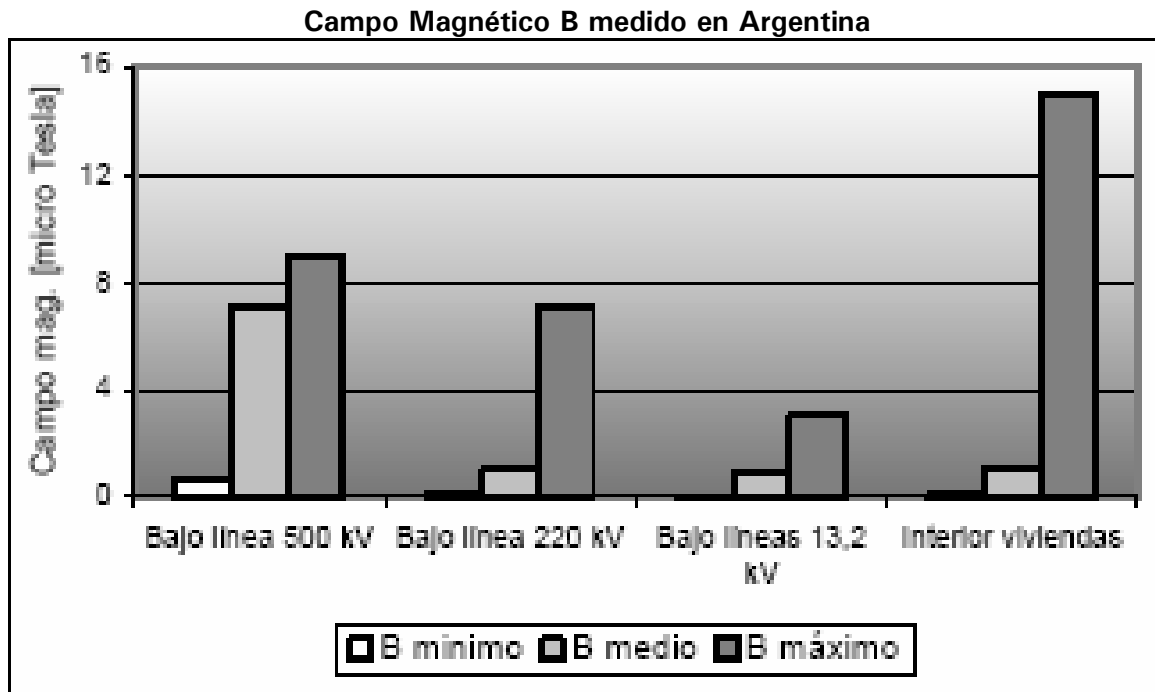
#### 14.3.2 Ocupacional<sup>2</sup>

Institución	Campo magnético [ $\mu$ T]
NRPB (Inglaterra) [Nacional Radiological Protection Board - UK]	500
ICNIRP (Internacional) [Comisión Internacional contra Radiaciones No Ionizantes]	500
UE (Europa) [Unión Europea]	500
ACGIH 1999 (Estados Unidos) [American Conference of Govern Industrial Hygienist]	1.000

El siguiente histograma muestra el resultado de una gran cantidad de controles efectuados hace algunos años por la Universidad Nacional de La Plata en Argentina. Tales mediciones fueron efectuadas a diferentes horas y en diferentes condiciones de funcionamiento de las instalaciones eléctricas. En el gráfico se muestran los valores mínimos, medios y máximos de los resultados obtenidos.

<sup>1</sup> Estudios actualizados a Enero 2005.

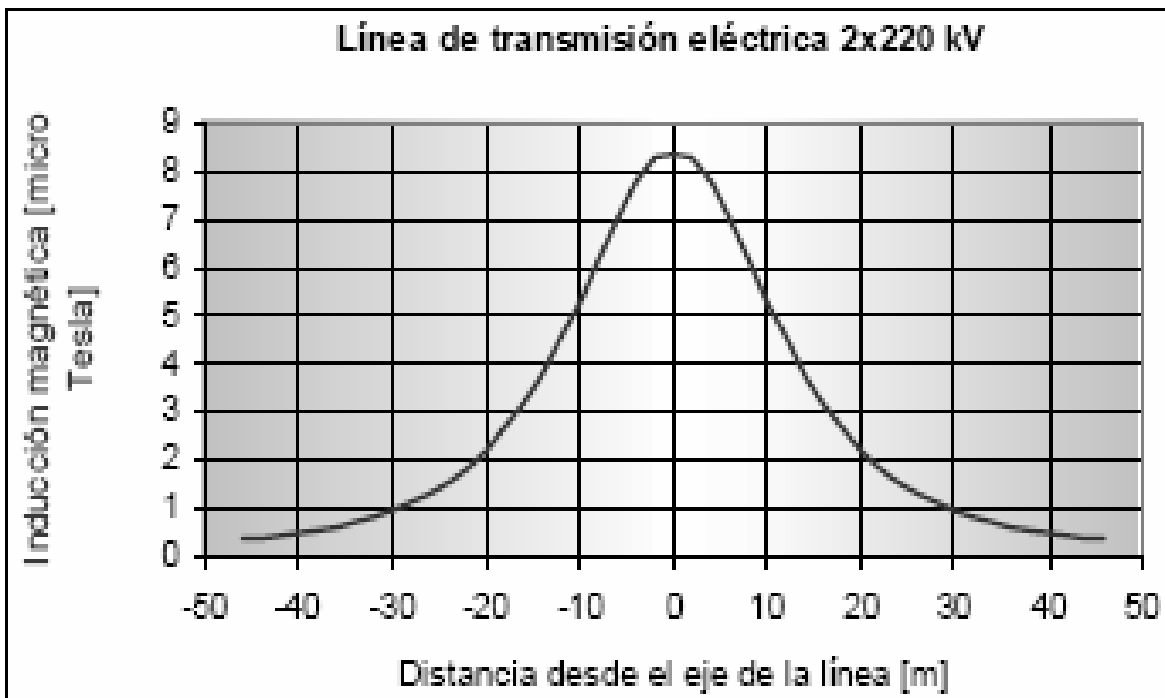
<sup>2</sup> Aplicable al personal que trabaja en las industrias y/o empresas eléctricas, donde el nivel de campo magnético es más alto de lo habitual y, al que puede estar sometida una persona durante la jornada de trabajo.



El histograma muestra que desde el punto de vista de la exposición de los seres humanos a los campos magnéticos de frecuencia industrial (50 ó 60 Hz) bajo una línea de alta tensión, no se encuentra una gran diferencia respecto del nivel del campo magnético bajo una línea de distribución en media tensión en cualquier ciudad. La diferencia puede ser el tiempo de exposición de las personas a cada una de estas fuentes de campo.

Tanto la regulación internacional como la chilena no permiten que existan viviendas al interior de la franja de seguridad bajo una línea de alta tensión. Esto es prudente ya que se evita la exposición prolongada de las personas a campos magnéticos y eléctricos.

Por otra parte, se debe destacar que el nivel del campo magnético disminuye fuertemente al alejarse de la fuente que lo produce. El siguiente diagrama muestra cómo disminuye el campo magnético producido por una línea de alta tensión de doble circuito, en la medida que se aleja en forma transversal de ella:



El gráfico anterior muestra el campo magnético transversal típico de una línea de 220 kV de doble circuito, para la condición normal de carga transmitida. Se aprecia que al borde de la franja de seguridad (20 metros a cada lado del eje de la línea de 220 kV) el nivel de campo es reducido.

## 15. ¿CUÁL ES LA SITUACIÓN EN CHILE?

En nuestro país no existe reglamentación relativa a los valores límites permitidos de exposición de las personas a los campos electromagnéticos de frecuencia industrial. Se debe indicar que las organizaciones internacionales ya han empezado a fijar valores límites de campos, tomando en cuenta los resultados de las múltiples investigaciones que se han desarrollado. Dichos valores pueden ser modificados en el futuro de acuerdo al desarrollo de las investigaciones que se realizan actualmente y su posterior revisión para incorporar nuevos estándares de seguridad.

En cuanto a las instalaciones de líneas de alta tensión, se llevan a cabo proyectos cuyos diseños se han realizado conforme a las prácticas de los países desarrollados, manteniendo niveles de campo eléctrico y magnético en la franja de seguridad de la línea en un nivel no superior a la mayoría de los indicados como ejemplos en los puntos 3 y 4. Además, la regulación chilena vigente establece la imposibilidad de construir viviendas en las franjas de

seguridad de las líneas. Con lo anterior se minimiza la exposición prolongada de las personas a estos campos. Fuera de la franja de seguridad, los campos eléctricos y magnéticos generados por las líneas de transmisión de alta tensión llegan a un nivel muy bajo.

La regulación ambiental que rige en Chile respecto al tema de emisiones indica que de no existir una regulación nacional, debe aplicarse como norma de referencia aquella que se encuentre vigente en diferentes países. En este sentido, el Reglamento de la Ley 19.300 de Medioambiente fue modificado por el Decreto 95 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, publicado en el Diario Oficial del 07.12.2002, que indica en su artículo 7, como sigue:

*"Artículo 7.- Las normas de calidad ambiental y de emisión que se utilizarán como referencia para los efectos de evaluar si se generara o presenta el riesgo indicado en la letra a) y los efectos adversos señalados en la letra b), ambas del artículo 11 de la ley, serán aquellas vigentes en los siguientes Estados: República Federal de Alemania, República de Argentina, Australia, República Federativa del Brasil, Confederación de Canadá, Reino de España, Estados Unidos Mexicanos, Estados Unidos de Norteamérica, Nueva Zelandia, Reino de los Países Bajos, República de Italia, Japón, Reino de Suecia y Confederación Suiza. Para la utilización de las normas de referencia, se priorizará aquel Estado que posea similitud, en sus componentes ambientales, con la situación nacional y/o local".*

La tabla que se indica a continuación presenta las principales normas de referencia aplicables en Chile.

**NORMAS DE REFERENCIA APLICABLES EN CHILE RESPECTO DE LA EXPOSICIÓN HUMANA A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS DE 50 HZ**

<b>PAÍS</b>	<b>CAMPO ELÉCTRICO (kV/m) Borde franja de seguridad</b>	<b>CAMPO MAGNÉTICO [μT] Borde franja de seguridad</b>
Alemania	5	100
Argentina (Resolución Sec. Energía 77/1998)	3	25
Australia	5-10	100
Canadá	No tiene regulación	No tiene regulación
España (Real Decreto 1066/2001)	5	100
Estados Unidos Florida	8-10(*)	15-20(*)
Nueva York	12	20
Italia (Decreto Presidencial del Consejo de Ministros, 23 de abril de 2002)	5	100

**NORMAS DE REFERENCIA APLICABLES EN CHILE RESPECTO DE LA EXPOSICIÓN HUMANA A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS DE 50 HZ**

<b>PAÍS</b>	<b>CAMPO ELÉCTRICO (kV/m) Borde franja de seguridad</b>	<b>CAMPO MAGNÉTICO [μT] Borde franja de seguridad</b>
Nueva Zelanda	No tiene regulación Recomienda 5	No tiene regulación Recomienda 100
Suiza (Ordenanza 814.710, febrero 2000)	5 (50Hz)	Límite nocivo 100 Límite preventivo 1

(\*) Líneas de 220 kV y 500 kV respectivamente.

En todo caso, no se puede dejar de considerar lo establecido por dos organismos internacionales de gran experiencia e importancia en el tema, estos son:

<b>PAÍS</b>	<b>CAMPO ELÉCTRICO (kV/m) Borde franja de seguridad</b>	<b>CAMPO MAGNÉTICO [μT] Borde franja de seguridad</b>
ICNIRP (Internacional) [Comisión Internacional contra Radiaciones No Ionizantes]	5 (50 Hz)	100 (50 Hz)
Consejo de UE (Europa) [Unión Europea] (1999/519/CE)	5	100

La ICNIRP es un organismo científico vinculado a la Organización Mundial de la Salud de las Naciones Unidas. La recomendación aprobada por el Consejo de la Comunidad Europea, el 12 de julio de 1999, está basada en los límites establecidos por la ICNIRP el año 1998. Esta última está siendo oficializada por cada país de la Comunidad Europea.

Respecto de Suiza, en febrero del 2000, se estableció la Ordenanza 814.710 que fija límites para el campo magnético, un límite de nocividad, que lo satisfacen sin problemas las líneas existentes en Chile y un límite preventivo, basado en la idea de que las radiaciones sean mantenidas lo más bajo posible. Este último no es factible en Chile ni en muchos países del mundo. La mayoría de las líneas existentes no lo cumplen, tampoco se obedecería en sectores poblados, en consideración a que la distribución de electricidad en nuestro país es mayoritariamente por redes aéreas, a diferencia de Suiza donde es casi totalmente subterránea.

Por ejemplo, Suiza actualmente no construye líneas de transmisión de alta tensión ya que ha privilegiado el ahorro de energía eléctrica y la conversión de

los consumos eléctricos masivos a otro tipo de fuentes. Además, utiliza el 100% de sus recursos hidráulicos disponibles en el país.

La matriz eléctrica está compuesta de un 60% de producción hidráulica y un 40% nuclear, por ende, existe el gran problema ambiental de los desechos radiactivos no resuelto aún por ese país. De esta manera, no promueve un aumento del consumo eléctrico.

También se debe considerar la diferencia de niveles económicos y estándares de vida entre ambos países. La realidad es que ni siquiera Suiza cumple en muchas zonas esta ordenanza, como se puede apreciar en la fotografía tomada en septiembre de 2002 en un sector aledaño a la ciudad de Aarau que muestra una línea de 380 kV por sobre casas habitacionales.

## 16. ¿QUÉ ESTÁ HACIENDO EL MUNDO ACTUALMENTE?

Actualmente, algunos gobiernos de las grandes potencias financian diferentes investigaciones de entidades como la Organización Mundial de la Salud, organismos afines a las Naciones Unidas, organizaciones privadas, fabricantes de dispositivos eléctricos y empresas eléctricas, entre otras. Tanto Estados Unidos como otras potencias del mundo cooperan económicamente con investigaciones de varios años de duración por cifras que superan las centenas de millones de dólares.

Entre otras, las siguientes organizaciones han trabajado o se encuentran estudiando el tema:

- Consejo Nacional de Investigaciones de la Academia de Ciencias de USA (NAS/NRC);
- Departamento de Energía de USA (DOE);
- Instituto Nacional de Salud Ambiental de USA (NIEHS);
- Asociación Internacional de Protección a la Radiación (IRPA) y su Comisión Internacional de Protección a la Radiación No Ionizante (ICNIRP);
- Organización Mundial de la Salud (WHO);
- Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC); y
- Organización Internacional del Trabajo (ILO).

Los progresos de algunos de estos estudios son los siguientes:

- a) **Organismo:** El Consejo Nacional de Investigaciones de la Academia de Ciencias de USA (NAS/NRC).

**Objeto del estudio:** analizar la existencia de evidencia científica respecto a que la exposición a los campos electromagnéticos residenciales represente un peligro para la salud de las personas.

**Estado actual:** Concluyó en 1996.

**Resultados y Conclusiones:** La evidencia disponible no muestra que la exposición a los campos electromagnéticos residenciales represente un peligro para la salud de las personas. Recomienda la realización de investigaciones para clarificar los aspectos no resueltos.

**b) Organismo:** Instituto Nacional de Salud Ambiental de USA (NIEHS) y Departamento de Energía de USA (DOE). Proyecto “EMF – RAPID”.

**Objeto del estudio:** Proveer evidencia científica que esclareciera los potenciales riesgos para la salud debido a la exposición a campos eléctricos y magnéticos de muy baja frecuencia.

**Periodo de trabajo:** 1992 – 1998.

**Resultados y Conclusiones:** Este trabajo fue promovido por el Congreso de USA y se conformó un grupo de trabajo de 30 personas representantes de diferentes disciplinas: epidemiólogos, médicos, físicos y otros científicos. El grupo luego de estudiar por largo tiempo el tema concentró sus esfuerzos en realizar una evaluación de la cancerigenocidad de los campos electromagnéticos de baja frecuencia, usando la clasificación de la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC). Esta clasificación fija 5 categorías cancerígenas para un agente o factor, como sigue:

CATEGORÍA DE CANCERIGENOCIDAD DE UN AGENTE FACTOR	CLASIFICACIÓN DE LA IARC
1	Es cancerígeno
2A	Probablemente es cancerígeno
2B	Posiblemente es cancerígeno, pero no hay evidencia suficiente
3	No clasifica como cancerígeno
4	Probablemente no es cancerígeno

La votación final del Grupo de Trabajo para calificar la categoría cancerígena la exposición a los campos electromagnéticos, fue:

<b>Categoría 1 y 2 A</b>	Ningún voto
<b>Categoría 2 B</b>	18 votos
<b>Categoría 3</b>	9 votos
<b>Categoría 4</b>	1 voto

Los factores o agentes clasificados en las categorías cancerígenas a modo de ejemplo son los siguientes:

<b>CATEGORÍA</b>	<b>CANTIDAD DE AGENTES CLASIFICADOS EN LA CATEGORÍA</b>	<b>EJEMPLOS DE LOS AGENTES CLASIFICADOS EN CADA CATEGORÍA</b>
1	75	Asbestos, benceno, estrógenos, radiación solar, bebidas alcohólicas, humo de tabaco, etc.
2A	59	PCB, creosota, formaldehído, etc.
2B	255	Café, cloroformo, humo de motores, fibra de vidrio, campo magnético, etc.
3		Campo Eléctrico.
4	1	Caprolactan.

El 26 de junio de 2001, la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC), organismo dependiente de la Organización Mundial de la Salud que efectúa la clasificación del potencial cancerígeno de productos, emitió una nota de prensa en que clasifican los campos magnéticos de frecuencia industrial en su categoría "2B". Los campos eléctricos de frecuencia industrial son clasificados en la categoría "3".

c) **Organismo:** Organización Mundial de la Salud (WHO). Proyecto internacional EMF.

**Objeto del estudio:** Evaluar los efectos sanitarios y ambientales de la exposición a campos electromagnéticos en frecuencias 0-300GHz, a fin de desarrollar directrices internacionales sobre los límites de exposición.

**Periodo de trabajo:** 1996 – 2005, actualmente en desarrollo. La evolución de este trabajo puede ser seguido por medio de la página WEB [www.who.int/peh-emf/](http://www.who.int/peh-emf/).




La Organización Mundial de la Salud ha publicado la siguiente comparación sobre la incidencia en la salud pública y la percepción pública de tres factores ambientales de riesgo a la salud en Italia:

Public health impact and public perception of selected environmental health risks in Italy				
Exposure	Disease	Expected cases/year	Public health relevance	Public perception of risk
Radon	Lung cancer*	2.200-5.100 <sup>(1)</sup>	+++	+
Benzene	Leukaemia**	16-275 <sup>(2)</sup>	++	++
EMF	Leukaemia**	3 <sup>(3)</sup>	+	+++

\* Estimated total lung cancer cases per year @ 32.000  
 \*\* Estimated total leukaemia cases per year @ 5.000  
 (1) Estimates based on published literature  
 (2) Italian National Toxicological Committee estimates  
 (3) WHO, 1997

WHO European Centre for Environment and Health, Rome Division



## 17. EFECTOS SOBRE CULTIVOS, GANADO Y ANIMALES

En forma paralela a los estudios sobre los efectos de los campos electromagnéticos en la salud de las personas, desde 1970, se han desarrollado investigaciones sobre las posibles afecciones que éstos pudieran ejercer sobre los cultivos y animales de granja.

Principalmente, se han efectuado estudios sobre vacas lecheras, caballos, ovejas y cerdos, entre otros. En los estudios efectuados realizados bajo condiciones reales de líneas eléctricas existentes no se ha observado ninguna desviación en los factores tales como fertilidad, rendimientos, normalidad de los nacimientos y salud del ganado en general.

En cuanto a los sembrados, se han desarrollado estudios en Estados Unidos sobre avena, maíz, trigo, soja, cebada, arvejas y cebollas, entre otros cultivos, sin que se haya visto afectado el desarrollo de la planta, el número de semillas o la composición química del grano, ni se haya detectado padecimiento de enfermedades, aparición de insectos, etc.

Los estudios en “vivo”, orientados a demostrar el factor de aumento del riesgo de cáncer se han concentrado en investigaciones sobre ratas y ratones. Desde 1997 se han publicado los resultados de cuatro estudios de larga duración. Uno de ellos fue el conducido en Québec, Canadá, por el Doctor Rosemonde Mandeville quien sometió a ratas durante toda la vida a campos magnéticos de hasta 2000  $\mu\text{T}$ . No se detectó ningún aumento del cáncer de las ratas expuestas a los campos magnéticos respecto a las no expuestas.

También en 1997, una investigación efectuada en Japón por Mitsuru Yasui utilizó una máxima exposición de ratas a campos magnéticos de 5000  $\mu\text{T}$  sin que se detectara un aumento de tumores cancerígenos.

En 1999, dos estudios publicaron resultados de muchos años de investigación, los de Gary Boorman y David McCormick, ambos nuevamente mostraron que la exposición a campos magnéticos no aumentaba el riesgo de cáncer en ratas y ratones.

## **18. RECOMENDACIONES EMANADAS DE LOS ORGANISMOS TÉCNICOS**

Mientras no existan recomendaciones provenientes de las investigaciones en curso, los organismos estatales y privados han adoptado una “política de precaución y de no innovar”, es decir, de no sobrepasar en el diseño de las líneas de transmisión los límites hasta ahora usados universalmente para no empeorar la situación actual.

Otros organismos recomiendan una política de “prudente precaución” o “principio de precaución” que consiste en evitar o reducir la exposición a campos electromagnéticos, siempre y cuando se pueda lograr a “bajos costos” y sin inconvenientes. Esta posición ha sido ampliamente criticada en los medios científicos. Al respecto, el físico David Hafemeister del Departamento de Física de la Universidad Estatal de California y miembro de la Sociedad Americana de Física indica que una medida de este tipo sería razonable mientras se conozca la naturaleza y la severidad del riesgo, no siendo ese el caso de los campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja (EMF ELF). Similar al Principio de Precaución -mientras no se tenga completa claridad en el tema- también se ha enunciado el principio de evitar la exposición a campos electromagnéticos (*Prudent Avoidance*) en la medida que produzcan “costos modestos”.

La política designada por la sigla en inglés “ALARA” que significa mantener las exposiciones a campos electromagnéticos tan bajo como sea razonablemente

posible (*As Low As Reasonable Achievable*), donde lo razonable se refiere a un equilibrio costo beneficio, que hoy no es posible definir.

El Gobierno de Suecia tiene la recomendación de tender a una reducción de la exposición a los campos electromagnéticos a costos razonables, pero considera que no corresponde invertir en estas investigaciones sino que destinar tales recursos económicos a disminuir otros riesgos más urgentes de la sociedad.

También la Organización Mundial de la Salud hace recomendaciones en cuanto a esperar algunos años los resultados de las investigaciones, permitiendo revisar los límites de exposición, hasta ahora vigentes. Además, recomienda mantenerse permanentemente informados en el tema con los reportes periódicos que ese organismo emite.

## **19. CONCLUSIONES**

Desde hace 30 años se realizan investigaciones en los mejores centros del mundo. Existen más de 25.000 publicaciones sobre el tema sin demostrar algún efecto nocivo para la salud de las personas cuando están expuestas a niveles de campos electromagnéticos iguales o inferiores a los que recomiendan las actuales regulaciones internacionales al respecto.

Al respecto se cita a continuación dos comentarios de la Organización Mundial de la Salud:

*"(...)es esencial que la sociedad actual haga un análisis que encuentre el equilibrio entre el costo y el potencial riesgo. La sociedad actual sin electricidad se paraliza".*

*"(...) La OMS concluyó que la actual evidencia no confirma la existencia de alguna consecuencia en la salud por exposición a niveles bajos de campos electromagnéticos. Sin embargo, existen algunos espacios que llenar en el conocimiento acerca de los efectos biológicos y se requieren investigaciones adicionales".*

La situación actual, considerando los resultados de las investigaciones ya efectuadas y los resultados parciales que se encuentran en curso, lleva a la imposibilidad de afirmar objetivamente que la exposición a campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja constituya un riesgo de alguna significación directa para las personas.

La comunidad científica ha consensuado que los campos magnéticos de frecuencia industrial no dañan, en forma directa, el material genético de las células ni causan o producen cáncer. Las investigaciones actuales están orientadas a clarificar que no sea el campo magnético un agente que aumente la probabilidad de que otros factores causen daños genéticos a las células.

La mejor recomendación en la actualidad es que mientras no se tengan resultados categóricos en las investigaciones científicas, se practique la política de no innovar en los niveles de campos eléctricos y magnéticos de diseño de las líneas, utilizando las mediciones hasta ahora usadas que son inferiores a los límites vigentes en los reglamentos aplicados internacionalmente. Esta es la política seguida hoy por los Estados de Nueva York y Florida en Estados Unidos.

Se debe tener en cuenta que las personas estamos expuestas constantemente a campos electromagnéticos de todo tipo como las instalaciones y dispositivos eléctricos, de telecomunicaciones y teléfonos celulares.

Las líneas de alta tensión se encuentran protegidas por la reglamentación vigente en cuanto que no pueden existir construcciones habitacionales en la franja de seguridad. Fuera de aquella franja los campos electromagnéticos son de un nivel muy tenue.

En caso de comprobarse científicamente en el futuro alguna incidencia de la exposición a los campos electromagnéticos en la salud de las personas, los esfuerzos, posiblemente, se centrarán en el desarrollo de instalaciones y dispositivos electrodomésticos o de uso laboral que se encuentren blindados y con baja generación de campos electromagnéticos en su entorno, lo que conlleva un incremento del costo de estos equipos.

## **110. REFERENCIAS**

- Seminario *Calidad de servicio eléctrico impacto ambiental electromagnético*, organizado por la Universidad Federico Santa María de Valparaíso, Chile. 11-12 de junio de 1997.
- *Efectos de los campos electromagnéticos alternos producidos por líneas de transmisión en los seres humanos*, Julieta VERNIERI y Jean RIUBRUGENT, Instituto de Investigaciones Tecnológicas para Redes y Equipos Eléctricos - Universidad nacional de La Plata, Argentina. Trabajo presentado en mayo de 1997 al VII Encuentro Latinoamericano de la CIGRE.

- *EMF Project*. Organización Mundial de la Salud (OMS), auspiciado por la ONU. [[www.who.int/peh-emf/](http://www.who.int/peh-emf/)]
- Informes de la Organización Panamericana de la Salud.
- Ordenanza Suiza 814.710.
- Informes de Estudio de campos electromagnéticos producidos por líneas de alta tensión preparados por el Dr. Luis Ortiz N. del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Santiago de Chile.
- *Possible health effects of exposures to residential electric and magnetic fields*, National Academy of Science, National Research Council NCR, NAP. Octubre, 1996.
- Recopilación realizada por el Dr. John E. Moulder, Professor of Radiation Oncology del Medical College of Wisconsin. [<http://www.mcw.edu/gcrc/cop.>]
- *Campos eléctricos y magnéticos de baja frecuencia y su efecto en la salud humana. Resultados de investigaciones y aspectos normativos*, de Patricia ARNERA y Julieta VERNIERI del Instituto de Investigaciones Tecnológicas para Redes y Equipos Eléctricos - Universidad nacional de La Plata, Argentina. Presentación efectuada el 12 de octubre de 2001, por Arnera en el seminario organizado por la Universidad Santa María en Viña del Mar.
- *Electric and Magnetic Fields and Human Health*. Hydro Québec, 2000.
- *Análisis del estado actual de conocimientos, 2001, Campos eléctricos y Magnéticos de 50 Hz*. UNESA. España.
- Diario Oficial de las Comunidades Europeas; Recomendación del Consejo de 12.07.1999 relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz). (1999/519/CE).
- *Limiti massimi de esposizione ai campi elettirco e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitati e nell'ambiente esterno*. Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, 23 abril de 1992, Italia.
- Real Decreto 1066 / 2001, España. Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las

emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

- Resolución 77/1998 de la Secretaria de Energía de Argentina. Modifica y amplía el manual de gestión ambiental del sistema de transporte eléctrico de extra alta tensión. En esta publicación se cambia el carácter de “valores orientativos” a “parámetros ambientales” de los límites de campos eléctricos y magnéticos generados al ambiente.
- Norma Francesa C18-600. *Exposition humaine aux champs électromagnétiques basses fréquences (0 Hz à 10 kHz)*, Nov 1995. Modificada en Junio 2000, para hacer válida oficialmente, en lo que se refiere al público, la recomendación del Consejo de la Comunidad Europea 1999/519/CE.
- *Electric and Magnetic Fields and your Health*. National Radiation Laboratory, Ministry of Health, New Zealand.
- Informe TRANSELEC; *Efectos de campos electromagnéticos producidos por líneas de transmisión en las personas*. Febrero 2005.