



**CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS
RADIACIONES NO IONIZANTES**

**SALUD, HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO
Y MEDIO AMBIENTE**

“Descripción general del problema de las Radiaciones no
Ionizantes”

2008

Ing. Anibal AGUIRRE
Ing. Jorge SKVARCA

TEMARIO:

I. - INTRODUCCION

p 3

II. - EL COMIENZO

p 3

III.- ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

p 5

- a) - Magnitudes y Unidades
- b) - Utilización del Espectro Electromagnético
- c) - Regiones y Subregiones del Espectro Electromagnético

IV.- EFECTOS DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES

- a) - Efectos Biológicos y los Efectos Adversos a la Salud
- b) - Estudios Epidemiológicos sobre Efectos de las RNI.
- c) - Efectos de la Radiación Óptica (UV-Visible-IR)
- d) - Efectos de las Radiofrecuencias y Microondas (100 KHz-300 GHz)
- e) - Efectos de las Radiaciones Extremadamente Bajas (ELF)

V.- LIMITES DE EXPOSICION PARA LAS RADIACIONES NO IONIZANTES

- a)- Criterios y Bases para la fijación de Límites Máximos de Exposición

VI.- ANTECEDENTES Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

- a) - Primeros Estándares
- b) - Proyecto Internacional de CEM de la OMS
DE ESTÁNDARES DE LAS RNI

I. Introducción

El uso de la energía electromagnética se ha incrementado de manera más que geométrica en los últimos 50 años. Esto ha sucedido gracias al sostenido avance científico-tecnológico que permitió su aplicación en los más diversos campos. Las comunicaciones, emisoras radiales y de TV, la informática, la generación y transporte de energía eléctrica y otros usos industriales, la salud e investigación, los sistemas de navegación, la detección remota, los sistemas de defensa y otras aplicaciones menores relacionadas con sistemas de control, son ejemplos de algunos de ellos.

Las radiaciones electromagnéticas involucradas en los sistemas antes mencionados son conocidas como **“RADIACIONES NO IONIZANTES” (RNI)** puesto que la energía fotónica asociada a estas radiaciones es diez a millones de veces menor que la necesaria para romper un enlace molecular (decenas de electrón-Volts) o “arrancar” el electrón más débil de un átomo y así dar lugar a la formación de un ion; de ser éste el caso estaríamos frente a una “Radiación Ionizante”.

Para entender la diferencia, las RADIACIONES IONIZANTES (RI) son aquellas, cuyo efecto más importante, según el mismo término lo describe, es la ionización de los átomos de la materia, debido a su longitud de onda más corta y por ende de mayor energía fotónica asociada. A modo de ejemplo, mencionaremos entre ellas a la Radiación X, la Radiación Gamma y a la Radiación Cósmica. Los riesgos asociados con el uso de la Radiación X y Gamma, tanto en sus aplicaciones médicas como industriales han sido estudiados con mucho detalle y sus efectos son bien conocidos. Algunos de ellos pueden ser de extrema gravedad, y como consecuencia de ello, han merecido una preocupación especial, desarrollándose toda una disciplina, llamada Protección Radiológica. Así, se han elaborado Normas de Seguridad y establecido los Límites de Exposición para proteger tanto a las personas que por su tarea están expuestas a ellas, denominadas personas ocupacionalmente expuestas, como al público en general y al paciente cuando se trata de exposiciones médicas.

El tema de las Radiaciones Ionizantes se desarrolla en un capítulo aparte con todos los detalles necesarios.

II. El comienzo

El interés científico sobre la interacción entre campos electromagnéticos y sistemas biológicos, disciplina que más tarde se conocería como “Radiaciones no Ionizantes” puede interpretarse como una consecuencia no esperada de la implementación de uno de los sistemas más elaborados y geniales de la historia de la guerra electrónica; la radiodetección y estimación de distancias, más conocido por sus siglas en inglés: **RADAR (Radio Detection And Ranging)**. La teoría del RADAR y sus primeras implementaciones prácticas datan del año 1935, pero es en el año 1940, con la invención del magnetrón, cuando el RADAR adquiere la dimensión y utilidad práctica que hoy se le conoce

Estos primeros sistemas eran de onda continua (CW) y fueron emplazados sobre la costa del Canal de la Mancha por los Ingenieros de la Royal Air Force obedeciendo a las necesidades bélicas del momento. Eran sistemas de doble antena fija, pues el RADAR pulsado con antena giratoria, llegaría algunos meses más tarde. En ambos casos, y debido a la tecnología circuital de Frecuencia Ultra Elevada (UHF) de la cual se disponía (lámparas de alto vacío de emisión termoiónica conocidas como “válvulas”) y teniendo en cuenta el nivel de señal “eco” necesario para validar un “blanco”, (estrictamente relacionado con la sensibilidad de los receptores) se hacía imprescindible la utilización de grandes potencias del orden de los cientos de kilowatts.

Fue en aquellos primeros operadores de RADAR de la Royal Air Force, inconscientemente expuestos a altos campos electromagnéticos provenientes de las antenas, donde se pudieron verificar los primeros efectos adversos a la salud atribuidos a estos campos electromagnéticos. La estadística era simple, la mayoría de ellos presentaba disfunciones visuales, reproductivas y sensaciones de calor intenso, lo cual luego de los primeros estudios arrojó una de las conclusiones más sólidas y aún vigentes sobre el tema: la existencia de **“efectos térmicos”**.

Más de diez años después (hacia 1956), y del otro lado de la “cortina de hierro” se verificaba otra situación preocupante en el extremo inferior del espectro electromagnético (50/60Hz). Observaciones sobre la alteración en el “comportamiento” de los animales y aparentes cambios en la reproducción de los mismos, en particular aquellos que habitaban bajo las líneas de transporte de energía eléctrica en las extensas estepas de la antigua Unión Soviética, llamaron la atención de los científicos Soviéticos

Dado que la proporción era llamativa, el entonces gobierno Soviético, decidió comenzar un minucioso y extensivo programa de investigación científica que involucraba el estudio de los efectos de los campos electromagnéticos tanto en seres humanos como en animales. Como los niveles de campo electromagnético medidos eran bastante pequeños, éstos no eran capaces de provocar elevación térmica alguna en los tejidos biológicos (a diferencia de los campos emitidos por los RADARes). Por tal motivo, a los efectos asociados a campos electromagnéticos de baja intensidad se los denominó **“efectos no térmicos”**.

Estos efectos, a veces denominados, “efectos etológicos” (alteraciones en las costumbres o en el comportamiento), fueron sostenidos por los científicos Soviéticos (actualmente Rusos y otros), y rechazados históricamente por la mayor parte de la comunidad científica internacional que investiga las RNI, debido a la escasa repetición de ciertos resultados (pilar del método científico). Sin embargo la polémica continúa

abierta aún hoy, y son numerosos los estudios científicos que buscan corroborar la existencia de los efectos “no térmicos”, fundamentalmente a largo plazo. Estos estudios se conocen como estudios de bajo nivel de exposición (a las RNI) pero de largo plazo (Long-time, low level exposition). Atendiendo a que los mencionados estudios están desarrollándose actualmente, y que los resultados podrán evaluarse durante los próximos diez o quince años, los principales organismos internacionales dedicados a la investigación de las RNI han adoptado distintas *políticas de manejo de los riesgos*, que se presentarán, en la sección correspondiente.

III. Espectro Electromagnético

III a) Magnitudes y Unidades

Las Radiaciones no Ionizantes están constituidas por una forma de energía, capaz de propagarse en el espacio libre o dentro de un material (radiarse), conocida como Campos Electromagnéticos (CEM). El campo electromagnético esta formado por dos magnitudes vectoriales llamadas: campo eléctrico y campo magnético que, en la situación más sencilla, se encuentran desfasados espacialmente 90 grados, lo cual es conocido como condición de “onda plana” (Ver Gráfico I).

El estudio de las RNI requiere del conocimiento de las magnitudes y unidades relacionadas con caracterización del campo electromagnético o de los campos eléctricos y magnéticos en forma individual. Para ello se presentan a continuación las siguientes definiciones y sus correspondientes unidades expresadas entre corchetes [], en el sistema MKS..

▪ Magnitudes y sus definiciones

λ: Longitud de onda: distancia que avanza una onda en el tiempo correspondiente a un ciclo, para el caso de una señal monotonal periódica [m].

f: Frecuencia: Cantidad de ciclos por segundo. [Hz]

c: velocidad de la luz en el vacío $\approx 3 \cdot 10^8$ [m/s]

$$\lambda = c / f$$

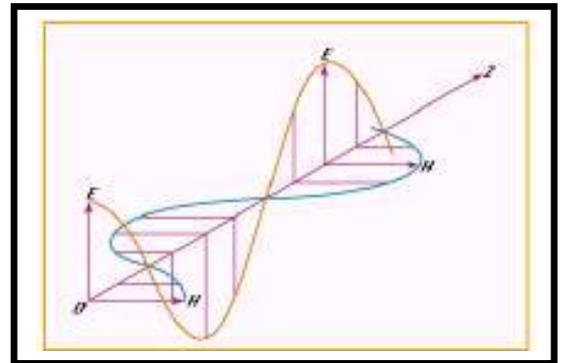


GRAFICO I: Onda electromagnética plana en perfecta cuadratura

E: Magnitud vectorial Campo Eléctrico [V/m].

H: Magnitud vectorial Intensidad de Campo Magnético [A/m]

B: Magnitud vectorial Inducción Magnética, se utiliza como unidad el Tesla [T] y el Gauss [G] cuya relación es $1T=10^4$ G. Para el espacio libre (aire) podemos compararla con la intensidad de campo magnético **H** a través de la siguiente equivalencia: $H=0,8$ A/m equivale a $B = 1\mu T$.

Esta magnitud es utilizada en la medición de campos magnéticos de frecuencia industrial (50/60 Hz).

J: Magnitud vectorial densidad de corriente [A/m²]

ε: Magnitud compleja, permitividad eléctrica [F/m]. En el caso particular del espacio libre su valor es $\epsilon_0=8,85$ pF/m.

μ : Magnitud compleja, permeabilidad magnética [**H/m**]. En el caso particular del espacio libre su valor es $\mu_0=400\pi$ nH/m.

S: Magnitud vectorial densidad de potencia o vector de Poynting, resultante de la operación vectorial **E x H medida en [Watts/m²]**

η : Magnitud compleja, impedancia de onda [**Ω**], resultante de la operación vectorial **E / H** que para el caso de una onda en modo transverso electromagnético (TEM o sea campos **E, H** perpendiculares entre sí) en el espacio libre posee el valor $\eta_{00} = 120\pi \approx 377\Omega$.

SAR (Specific Absortion Rate) ó Tasa de absorción específica (en español):

Es la magnitud (escalar) fundamental que se utiliza para cuantificar la interacción entre la energía electromagnética transportada por los campos y los sistemas biológicos. Esta magnitud tiene una importancia fundamental en el análisis de los efectos de las RNI provenientes de fuentes de Radiofrecuencias y Microondas. La tasa de absorción específica mide la energía electromagnética absorbida por unidad de masa del tejido biológico en la unidad de tiempo. Haciendo referencia a las Radiaciones Ionizantes, SAR sería equivalente a la Tasa de Dosis en RI. Es una magnitud de origen “térmico”, pues supone una alta correlación entre la energía absorbida y la transformación de esta, en energía cinética atómico-molecular que conlleva a un incremento de la temperatura del tejido en cuestión.

Como es de suponer, modelizar el conjunto de sistemas biológicos que constituyen el cuerpo humano es altamente complejo; en el mejor de los casos puede suponerse, con bastante error, que se trata de un dieléctrico con pérdidas, no homogéneo y altamente anisótropo. Por esto el SAR se constituye en una medida claramente estadística, pues se comprueba que la absorción específica depende no solamente de la parte del cuerpo que se considere sino que, también, sufre grandes variaciones con la frecuencia, la edad y el sexo de las personas entre otros factores. Dada la necesidad de mensurar la interacción entre campos electromagnéticos y sistemas biológicos, se ha tomado un valor promedio (determinado por complejos estudios biológicos que tienen en cuenta los distintos biotipos) a fin de poder elaborar normas de protección con los límites correspondientes. Se retomará el tema SAR, más adelante, cuando se haga mención de las normas de protección.

Con el objeto de brindar una definición formal se recurre a “Prospección de Radiación Electromagnética Ambiental no ionizante” (Portela, Skvarca y otros)¹ y a Instituto de Ingenieros Electrónicos y Electricistas IEEE C95.1², que definen el SAR como: “la derivada temporal del incremento de energía absorbido por un diferencial de masa contenido en un diferencial de volumen que posee una densidad ρ .”

$$\text{SAR (CAE)} = d / dt (dW / \rho dV) \quad [\text{W} / \text{Kg.}]$$

▪ Referencia de unidades

[m]: metro [Kg.]: Kilogramo [s]: segundo [V]: Volt [A]: Ampere [W]: Watt
[F]: Farad [H]: Henry [Hz]: Hertz [G]: Gauss [T]: Tesla [Ω]: Ohm

III b) Utilización del Espectro Electromagnético

▪ Espectro electromagnético de las Radiaciones no Ionizantes.

Se define al espectro electromagnético de las RNI como el *rango continuo de frecuencias que se extiende a partir de la corriente continua (sin incluirla), hasta frecuencias pertenecientes a la radiación Ultravioleta B, cuya energía asociada es del orden de las decenas de electrón – volts.* (Ver Gráfico II).

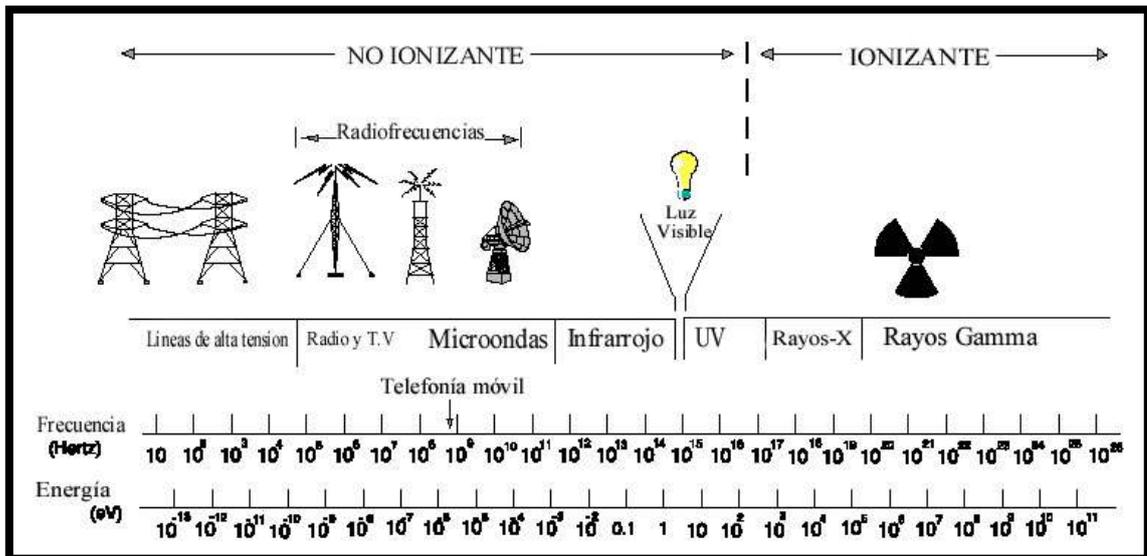


GRAFICO II: Espectro electromagnético: algunos servicios fundamentales, sus energías y frecuencias. (Fuente FCC) ³

III c) Regiones y Subregiones del Espectro Electromagnético Radiación Óptica, Radiofrecuencias y Bajas Frecuencias.

El espectro electromagnético está dividido en rangos de frecuencias. Estos rangos fueron establecidos, en su origen, por ciertas similitudes en el comportamiento de las señales que integraban dichos rangos.

El posterior estudio detallado de señales dentro de un mismo rango espectral pudo encontrar diferencias entre señales perteneciente a un mismo rango o “banda” de frecuencias, pero a los fines prácticos es útil la división del espectro en bandas de frecuencias como las que se presentan a continuación.

Es conveniente aclarar que para las señales de mayor frecuencia del espectro de las RNI, esto es: la radiación Infrarroja, la radiación Visible y la radiación Ultravioleta, los rangos se expresan en unidades de longitudes de onda (típicamente nanómetros), y no de frecuencia por cuestiones de orden práctico (la magnitud de las frecuencias es muy elevada de orden de 10^{16} Hz).

Comenzando por las radiaciones de frecuencias más elevadas tenemos:

Radiación Ultravioleta (UV), Radiación Visible (Luz), Radiación Infrarroja (IR), Microondas (MO) y Radiofrecuencias (RF).

También suele definirse como Radiación Óptica a la mencionada en las tres primeras (UV, Visible e IR), correspondiendo a las longitudes de onda entre 1nm hasta 1.000.000 nm (1mm)

Radiación Ultravioleta (UV)

Se subdivide a su vez en tres bandas:

UV-A	315 a 400 nm
UV-B	280 a 315 nm
UV-C	100 a 280 nm (no pertenece al espectro de las RNI)*

*Las Radiaciones UVC cuyas longitudes de onda son menores a 180nm son absorbidas por el aire, por lo tanto carecen de interés práctico para el estudio de la protección, es por eso que también puede definirse el espectro de UVC entre 180 a 280nm

Las fuentes de radiación Ultravioleta son artificiales con una sola excepción, el sol. En general todas las fuentes son de emisión no coherente, pero existen fuentes de emisión coherente conocidas como LASERes (**L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation), que se tratarán más adelante.

El uso de la radiación UV, es sumamente amplio y corriente a saber: esterilización de instrumental, purificación de aire o agua por acción germicida (UVC), lámparas de fotocopiadoras, análisis de materiales (“magnaflux”), iluminación para decoración (“luz negra”), iluminación fluorescente (irradia en distintas proporciones radiación UV, IR y Visible), tratamiento de la soriasis, bronceado (“camas solares”), polimerización, ataques de circuitos impresos, etc...

Radiación Visible y LASERes

Este espectro visible está comprendido entre los 400 y 760 nm.

Como ya se mencionó anteriormente los LASERes pueden abarcar además del espectro visible, el de UV (p. ej. **Excímeros-Excited Dimers**) y también el de IR (p. ej. CO₂). Hasta el siglo antepasado la fuente principal de radiación visible ha sido el sol, cuyo espectro de radiación es amplio, pero en la superficie terrestre esta formado por emisiones en el espectro Visible, Infrarrojo y Ultravioleta (A y B) en distintas proporciones.

Actualmente la radiación visible y los LASERes han multiplicado sus aplicaciones gracias a la invención de los más diversos dispositivos.

Como ejemplos de aplicación de radiación no coherente podemos mencionar: iluminación incandescente (“luz caliente”) y fluorescente (“luz fría”), activación de reacciones químicas fotosensibles, cine, televisión, VDU’s (**V**ideo **D**isplay **U**nits), etc...

Como ejemplo de aplicación de radiación coherente (LASER) agregamos: bisturí, punteros, impresión, dispositivos lectores de datos, herramientas industriales de corte y perforación, sistemas militares de guiado, emisores para cables de fibra óptica, etc..

A fin de categorizar los dispositivos LASER, por su potencia asociada, y por ende sus riesgos, se presenta la siguiente clasificación:

CLASE 1 Dispositivos de riesgo insignificante (Barras lectoras en cajas registradoras)

CLASE 2 Bajo riesgo, baja potencia, menor de 1mW (Punteros Láser)

CLASE 3a Bajo riesgo, potencia media entre 1 y 5 mW (Laseres Guía en Oftalmología).

CLASE 3b Riesgo moderado, potencia media menor de 0,5 W. (Telemetría y Medicina)

CLASE 4 Alto riesgo y gran potencia, mayor de 0,5 W. (Láseres Quirúrgicos e Industriales)

Radiación Infrarroja (IR)

Se subdivide en tres bandas:

IR-A 760 a 1.400 nm

IR-B.....1.400 a 3.000 nm

IR-C.....3.000 a 1.000.000 nm

También se llama Infrarrojo Cercano a la banda entre 760 y 3.000 nm (por estar cercano al espectro visible), Infrarrojo Medio a la que se extiende desde 3.000 a 30.000 nm e Infrarrojo Lejano a la porción desde 30.000 a 1 millón de nm.

Las aplicaciones de la radiación Infrarroja son variadas, pero la mayoría de ellas están relacionadas con la necesidad de producir calor, a saber: activación de procesos químicos o bioquímicos, procesos de fusión, calefacción, sistemas de detección de cuerpos a distintas temperaturas, comunicaciones ópticas de corto alcance, etc...

Radiofrecuencias (RF) y Microondas (MO)

El espectro de las Microondas (MO) se extiende desde los 1GHz (aprox.) hasta los 300GHz, a su vez está dividido en 3 bandas:

Extremadamente Alta Frecuencia (EHF en inglés) de... 300 a 30 GHz - (1 a 10 mm de longitud de onda).

Súper Alta Frecuencia (SHF en inglés) de..... 30.0 a 3.0 GHz - (10 a 100 mm).

Ultra Alta Frecuencia (UHF en inglés) de3.0 a 0.3 GHz - (100 a 1000 mm).

Las Microondas tienen sus aplicaciones fundamentalmente en el campo de las comunicaciones civiles y militares, fijas y móviles, a saber: sistemas de Telefonía Celular Móvil, "trunking", RADARes, enlaces de datos terrestres y satelitales

El rango del espectro de Radiofrecuencia (RF) se divide en las siguientes bandas:

Muy Alta Frecuencia (VHF en inglés) de.....300 a 30 MHz - (1 a 10m de longitud de onda).

Alta Frecuencia (HF en inglés) de.....30 a 3 MHz - (10 a 100 m).

Frecuencia Media (MF en inglés) de.....3 a 0.3 MHz - (100 a 1000 m).

Frecuencia Baja (LF en inglés) de.....30 a 300 KHz - (1000 a 10000 m).

Frecuencia Muy Baja (VLF en inglés).....30 a 3KHz (10 a 100Km.)

El espectro de Radiofrecuencias es utilizado para los servicios de Radiodifusión, Televisión, comunicaciones móviles y fijas de distancias cortas, medianas y largas, radio-enlaces punto a punto o punto multipunto, comunicaciones por rebote en la ionosfera y comunicaciones subacuáticas (fundamentalmente en la banda de VLF),

aplicaciones en hornos y soldadoras industriales, fuentes de alimentación conmutadas (“switching”) etc...

Radiación de Frecuencias Extremadamente Bajas (ELF)

Espectro electromagnético de Frecuencias Extremadamente Bajas: esta porción del espectro se divide en las siguientes bandas

Frecuencia de Voz (VF en inglés).....3000 a 300Hz (100 a 1000 Km. de longitud de onda)

Frecuencia Extremadamente Baja (ELF en inglés).....300 a 30Hz (1000 a 10000 Km.)

Frecuencia Sub-Extremadamente Baja (SELF).....menores de 30Hz

En esta región del espectro se debe destacar que las frecuencias de 50Hz y 60 Hz (dentro de la banda de ELF), son las utilizadas por los distintos países para la generación de energía eléctrica de uso industrial y residencial.

Por lo tanto los sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica y muchos de los equipos conocidos como “electrodomésticos”, son en mayor o menor escala fuentes de campos electromagnéticos de ELF.

IV. Efectos de las Radiaciones no Ionizantes

IV a) Efectos Biológicos y los Efectos Adversos a la Salud.

El análisis de los efectos de las Radiaciones no Ionizantes es altamente complejo, debido a las distintas interacciones, que los campos electromagnéticos puedan tener con el tejido biológico, dependiendo fundamentalmente de su frecuencia, su potencia asociada y las características del tejido irradiado. Es por ello que se hace necesario una distinción terminológica básica:

Efectos Biológicos: (Definición *OMS F/S N182)⁴ tienen lugar cuando la exposición a campos EM produce un cambio notable o detectable en un sistema biológico.

Efectos adversos a la Salud: (Definición OMS F/S N182), tienen lugar cuando un efecto biológico está por sobre el rango que el propio organismo puede compensar y de esta manera conllevan algún detrimento en la condición de salud.

IV b) Estudios Epidemiológicos sobre Efectos de las RNI.

Los estudios y análisis de las interacciones entre las Radiaciones no Ionizantes y los tejidos biológicos—en seres humanos con el fin de evaluar los potenciales efectos biológicos o nocivos de las RNI siguen dos caminos. El primero consiste en la irradiación de células o tejidos biológicos “in Vitro” (probetas) o “in vivo” (irradiación de seres humanos o animales). El segundo está ligado al seguimiento y control estadístico de personas (voluntarios), y que convenientemente seleccionadas, sean representativas de la situación de exposición que se pretenda analizar. Esto último se conoce como estudios epidemiológicos y son una herramienta fundamental para evaluar el potencial impacto de los distintos tipos de Radiaciones no Ionizantes sobre los diferentes tipos de grupos de personas que se deseen estudiar.

Es la epidemiología, toda una ciencia médica en si misma, la rama de la medicina que se encarga de estas observaciones mediante la aplicación de las leyes estadísticas clásicas. La “estadística médica”, como también se la llama, no es más que la utilización de las mismas leyes de la estadística de señales solo que aplicadas a experimentos poblacionales cuyas salidas pueden ser: tasa de supervivencia, mortalidad, dosis máxima permitida, sensibilidad a un fármaco, toxicidad, etc. A manera de ejemplo, podemos citar los métodos estadísticos más utilizados por la medicina, a saber: test “t”, test chi-cuadrado, test de Wilcoxon o Mann-Whitney U.

La diferencia sustancial que plantea la estadística médica, respecto del uso corriente de la estadística en Ingeniería de señales, es la interpretación de los resultados.

Así, aparece el concepto de “significancia estadística e importancia clínica” que puede ser ilustrado por un simple ejemplo de probabilidad clásica: tenemos un universo de 100 pacientes con la misma patología (95% riesgo de muerte) y el mismo biotipo y probamos en ellos la *performance* de un nuevo fármaco para tratar dicha patología. Transcurrido el período de evaluación del experimento se verifica que 15 pacientes han sobrevivido y la patología aparece controlada.

Estadísticamente se aprecia que el medicamento posee un 15% de efectividad, lo cual en principio, no parecería ser, sino un fracaso. Sin embargo la interpretación clínica es muy distinta. “Todos los pacientes estaban prácticamente destinados a morir y la acción del fármaco pudo salvar la vida de 15 de ellos, es un éxito.”

Esta diferencia de apreciaciones es importante a fin de conocer los números que maneja la estadística médica para sostener sus apreciaciones e inferencias.

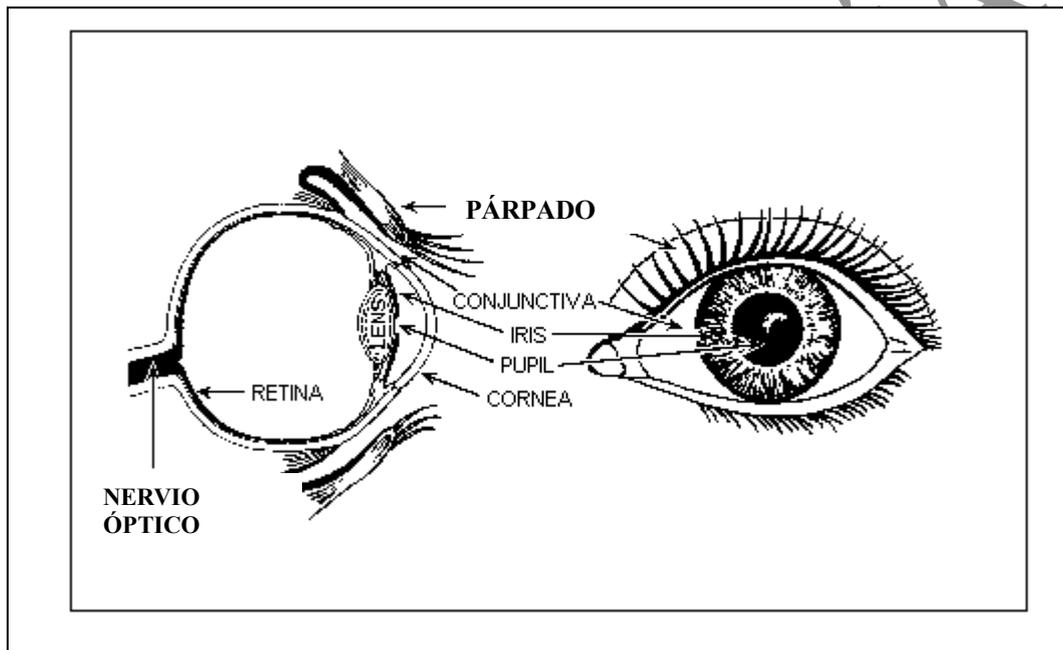
El otro aspecto, importante a considerar para la estadística médica, es la constitución de un **universo representativo del fenómeno a evaluar**, y que al momento de la comparación de estudios similares, los universos resulten no representativos. Un ejemplo de esta necesidad se encuentra ante ciertas afirmaciones tales como, “incremento del 100% de casos de muerte por la patología XX en el último año”, y el estudio que sustenta dicha afirmación cuenta con dos víctimas el último año y una el anterior.

Como se ha mencionado con anterioridad los efectos de las RNI dependen de diversos factores, de los cuales la frecuencia de la radiación es uno de los más importantes. Por tanto se describirán a continuación los efectos y estudios que poseen validez a la fecha de la presente publicación, clasificados según sus frecuencias en el espectro electromagnético.

IV c) Efectos de la Radiación Óptica (UV-Visible-IR)

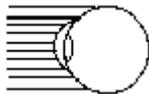
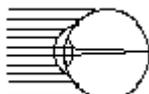
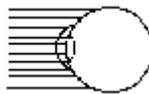
Estas radiaciones, por su pequeña longitud de onda y una energía menor que las Radiaciones Ionizantes, poseen una baja profundidad de penetración en los tejidos biológicos (del orden de los cientos de micrómetros), es por esto que los estudios de la interacción entre la radiación y el tejido se limitan a la superficie expuesta, esto es: piel y ojos.

Descripción simplificada del ojo humano.



Fuente: EHC 160-OMS⁵

Resumen de los efectos en la piel y los ojos de las Radiaciones Ópticas

Efecto sobre el ojo	Efecto sobre la piel	Longitud de onda (nanómetros)
<p>Córnea</p> <p>Foto-queratitis</p> 	<p>Piel quemada</p> <p>*Cáncer de Piel</p>	<p>Ultravioleta:</p> <p>Lejano: 100-280 nm</p> <p>Medio: 280-320 nm</p>
<p>Lente</p> 	<p>Oscurecimiento de los pigmentos de la piel (“tostado por el sol”)</p> <p>Piel quemada</p> <p>Reacciones fotoquímicas</p>	<p>Ultravioleta Cercano</p> <p>320-400 nm</p>
<p>Retina</p> <p>Retina quemada</p> 	<p>Piel quemada</p> <p>Reacciones fotoquímicas</p>	<p>Visible hasta el Infrarrojo cercano:</p> <p>Visible: 400-700 nm</p> <p>IR Cer.: 700-1400 nm</p>
<p>Lente</p> <p>Cataratas</p> 	<p>Piel quemada</p>	<p>Infrarrojo Medio:</p> <p>IR Me: 1400-3000 nm</p>
<p>Córnea</p> <p>Córnea quemada</p> 	<p>Piel quemada</p>	<p>Infrarrojo lejano:</p> <p>3000-10,000 nm</p>

Fuente Jefferson Lab EH&S Manual ⁶

***Nota importante sobre el Cáncer.**

De todas las RNI, la Radiación Óptica UV, es la **única** que está asociada a un aumento del Riesgo Relativo (RR)* significativo sobre el desarrollo de tumores no melanocíticos y del melanoma maligno, la forma más agresiva del cáncer de piel, siempre que se

superen los límites internacionales de exposición que se presentarán en la sección correspondiente.

***Riesgo Relativo (RR):** magnitud utilizada en epidemiología que mide la relación entre el número de personas “enfermas” en el grupo bajo estudio, respecto de un grupo de referencia con características similares.

En su publicación EHC 160 ⁵, la Organización Mundial de la Salud advierte “*la evidencia epidemiológica directa e indirecta es suficiente para concluir que la exposición solar causa ambos tipos de cáncer de piel*”

Estas consideraciones deben ser tenidas en cuenta, a fin de tomar las contramedidas necesarias en los casos de exposición a Radiaciones Ópticas, que paradójicamente son las más sencillas y económicas.

Como hemos mencionado la interacción de estas radiaciones se producen con la superficie corporal expuesta, en general ojos y piel, por cuanto anteojos y vestimenta adecuados podrían ser suficientes para reducir significativamente la exposición.

Es necesaria una toma de conciencia importante sobre la exposición UV (solar) de carácter recreativa, fundamentalmente en los niños y entre quienes posean piel sensible o estén bajo efectos de fármacos de alta fotosensibilidad.

IV d) Efectos de las Radiofrecuencias y Microondas (100 KHz-300 GHz)

La evaluación de los efectos biológicos y nocivos, en el espectro de Radiofrecuencias y Microondas nos remite, de manera directa, a la evaluación del comportamiento de la tasa de absorción específica SAR. Como se mencionó anteriormente la tasa de absorción específica (SAR) es una cantidad que sufre variaciones con distintos parámetros, a saber: la frecuencia del campo en cuestión, la parte del cuerpo irradiada, la edad y sexo del individuo entre los más importantes. A su vez fijando uno de ellos, por ejemplo la frecuencia, la tasa SAR será dependiente de la variación de los parámetros restantes. Es por estas razones y a fin de poder cuantificar la absorción, que se toma una medición promedio de un ser humano promedio.

Por tal motivo, para casos puntuales (por ejemplo: neonatos, mujeres embarazadas, ancianos, o personas sometidas a ciertos tratamientos médicos con fármacos especiales) la tasa de absorción debe ajustarse por algún factor de seguridad restrictivo, que compense la ponderación media antes mencionada.

Mediante el Gráfico III se puede apreciar la variación de la tasa de absorción según la parte del cuerpo en cuestión; podrían obtenerse, de manera similar, la variación del SAR con la frecuencia para distintas edades.

Como se ha explicado el análisis de las variaciones del SAR y sus distintas interacciones vuelven necesario un estudio segmentado a fin de considerar los distintos fenómenos.

Se comienza por enumerar las distintas interacciones que pueden manifestarse por la absorción de energía electromagnética en el cuerpo humano.

Se reconocen como mecanismos de interacción principales: Interacción macroscópica, Interacción microscópica (molecular), Interacción celular, Interacción a través de fuerzas inducidas por el campo y otros tipos de Interacción intracelular actualmente bajo estudio.

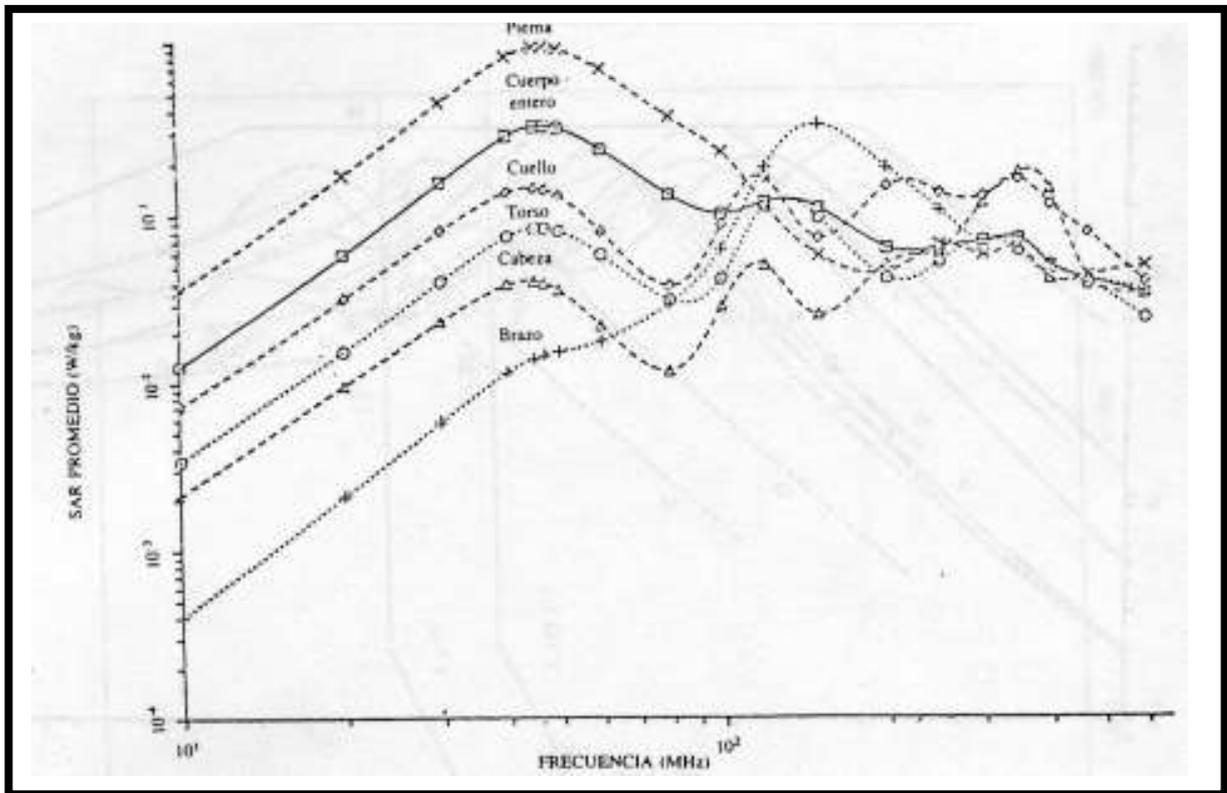


Gráfico III: Variación de la tasa SAR promedio en función de la frecuencia y la zona del cuerpo radiada. (Fuente: “Prospección de radiación electromagnética ambiental no ionizante” Portela, Skvarca y otros)¹

Dado que el mecanismo macroscópico (“térmico”) es el principal para la elaboración de la normativa vigente, desarrollaremos de manera sencilla, este punto. La interacción macroscópica puede explicarse por las leyes de la termodinámica, esto es: la energía electromagnética se transforma en energía térmica, debido a la característica dieléctrica que poseen los tejidos del cuerpo humano (aproximadamente el 75% del ser humano es agua), lo cual es cuantificable por la siguiente ley:

$$\Delta T / \Delta t = k \cdot P_v \quad (\text{Hasta alcanzar la regulación de temperatura que citaremos a continuación})$$

Donde la ecuación expresa que el incremento térmico por unidad de tiempo es proporcional a la potencia absorbida (P_v) por el tejido, donde la constante k depende de la densidad y calor específico del tejido. Dentro del cuerpo esta energía térmica cuenta con dos mecanismos de propagación; convección y conducción. La conducción esta dada por el gradiente de temperatura, y la convección se produce por medio de la circulación sanguínea.

La función del sistema circulatorio es aquí de suma importancia, pues vemos que es el vehículo que permite el transporte de calor desde la fuente caliente hacia la fuente fría, **siempre y cuando la fuente fría exista y permita la disipación necesaria** para

mantener una regulación de la temperatura corporal, que para un ser humano no debiera superar la temperatura normal (36.4° C) en algunas décimas de grado centígrado.

Como ya se ha mencionado, la absorción, depende (entre otros factores) de la parte del cuerpo radiada y por consiguiente es de esperar que donde la absorción es mayor exista suficiente caudal sanguíneo, para que por medio del mecanismo de convección, el calor pueda disiparse en otra parte del sistema circulatorio, que por su temperatura de contacto con el ambiente, se constituya en la “fuente fría”.

He aquí las primeras dos limitaciones para la existencia del mecanismo de regulación térmica:

1. La existencia de una parte del cuerpo que se constituya en la “fuente fría”.
2. La necesidad que aquellas zonas de mayor absorción cuenten con el caudal sanguíneo suficiente.

Si esto no ocurriese, la zona considerada elevaría su temperatura produciendo la muerte de las células del tejido en cuestión y de no reducirse o interrumpirse la exposición, la muerte celular masiva en un tejido puede terminar con la función (vital o nó) del órgano asociado.

Esto explica las primeras consecuencias físicas en los operadores de RADAR de la RAF, pues tanto el sistema visual como el sistema reproductor masculino poseen muy poca irrigación sanguínea por medio de vasos ultrafinos, lo cual no favorece en nada, el mecanismo de convección ya expuesto.

Como se ha mencionado precedentemente la tasa SAR es dependiente de la frecuencia, por lo tanto corresponde también señalar, algunos aspectos respecto de esta dependencia.

Puede dividirse el espectro de Radiofrecuencia y Microondas, en función del comportamiento de la tasa SAR en cuatro regiones:

1. Frecuencias desde 100 KHz-20 MHz: donde la absorción en el tronco decrece rápidamente con la frecuencia (ver Grafico III) pero puede existir absorción significativa en el cuello y en las piernas.

Si el tejido presenta características conductivas, pueden aparecer corrientes inducidas en frecuencias medias (MF).

2. Frecuencias entre 20 MHz-300 MHz.: con relativa alta absorción en el cuerpo entero o en partes del mismo. Se considera un área “resonante” por ser la zona de mayor absorción.

Esta absorción esta dada por la característica dieléctrica del tejido y por la geometría del mismo, puesto que a frecuencias del orden de 70Mhz, la longitud de onda asociada es de 4m y por lo tanto sus submúltiplos mitad y cuarto, están relacionados con la altura promedio de un ser humano sobre el nivel del piso. O sea, para estas longitudes de onda, el ser humano se comporta como una antena receptora ideal.

Esta correlación geométrica pondría a la persona en una situación favorable para la transferencia de la energía electromagnética desde el aire hacia el tejido biológico propio.

3. Frecuencias entre 300 MHz-3GHz.: Aparecen áreas localizadas de absorción significativa, “puntos calientes”.

4. Frecuencias por encima de los 10GHz.: donde la energía absorbida se limita solamente a la superficie corporal.

De lo mencionado precedentemente, surge el interés por conocer, un **Nivel Aceptable de la Tasa de Absorción Específica (SAR)** que para una frecuencia determinada, no conllevará efectos adversos para la salud.

El conocimiento de este valor límite, permitirá establecer luego, lo que más adelante llamaremos valores de Máxima Exposición Permitida (MEP).

Los organismos internacionales han revisado con espíritu crítico la literatura científica, en particular aquellos trabajos con hallazgos positivos y adecuada información dosimétrica que fueran reproducibles.

Las evaluaciones fueron realizadas para establecer aquellos efectos biológicos que pudiesen ocasionar una amenaza para la salud.

Exposiciones agudas, inferiores a 1 hora, a un SAR promedio menor a 4 W/kg, no producen efectos adversos en la salud.

Consecuentemente, se ha estimado, como factor de seguridad, un valor diez veces inferior del SAR como permisible (o sea 0,4 W/Kg.), para exposiciones prolongadas, de días o semanas.

Sin embargo un SAR promedio en todo el cuerpo de 0,4 W/Kg., produce en un hombre de 70 Kg. una

Potencia de 28 W, lo que se considera excesivo si se localiza en una pequeña parte del cuerpo.

Por lo tanto, las evaluaciones parciales deben considerar una limitada masa de tejido, dentro de la cual no habría un excesivo gradiente de depósito de energía y temperatura.

No obstante en las normativas que fijan los valores límites para la tasa SAR, estas siempre están

referidas a la absorción de un cuerpo entero promedio, pues queda claro, que no causa el mismo efecto, distribuir una potencia en un área localizada, que en todo el volumen de un cuerpo.

Durante la vida diaria, la carga térmica generada por el metabolismo en reposo, la temperatura ambiente y la actividad física varían entre 1 y 10 W/Kg.

A su vez, estudios con voluntarios sanos (Pórtela y otros)¹, para establecer la relación entre el SAR y la temperatura, han determinado con un SAR de hasta 4 W/Kg. en todo el cuerpo, durante 20 a 30 minutos, un incremento de temperatura entre 0,1 y 0,5 ° C, que pueden ocasionar mínimos cambios en las tasas de respiración y presión arterial.

Efectos agudos, sólo se han observado en condiciones de exposición altas, es decir significativamente superiores a los límites establecidos internacionalmente por la Comisión Internacional para la Protección de las Radiaciones no Ionizantes (ICNIRP)* en 1998.

*EL **ICNIRP** (Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones no Ionizantes) es el Organismo científico Internacional en el cual la Organización Mundial de la Salud se basa para emitir sus recomendaciones sobre Radiaciones no Ionizantes.

Nota práctica:

Si bien hasta aquí se ha mencionado a la tasa de absorción específica SAR, como parámetro de medida, de los efectos de las RNI en Radiofrecuencias y Microondas, ésta, en la realidad, es de medición poco práctica.

La medición de la tasa SAR se realiza mediante “fantomas – maniqués” que simulan el comportamiento del cuerpo humano y experimentos “in vivo” con tejidos que son irradiados y que poseen sensores implantados para el registro de la elevación térmica.

En los trabajos del campo cotidiano y práctico lo que se mide, es la Intensidad del Campo Eléctrico (**E**) y/o la Intensidad de Campo Magnético (**H**) y/o la densidad de potencia (**S**) asociada a ambos campos en los casos de “onda plana”.

Es por esta razón que cuando se mencionan los valores límites para estas radiaciones, éstos están expresados en Volt por metro (V/m) ó en Amper por metro (A/m) ó Tesla (T), ó en Watts por metro cuadrado (o submúltiplos) (W/m^2) o (mW/cm^2).

IV e) Efectos de las Radiaciones de Frecuencias Extremadamente Bajas (ELF)

A diferencia de las Radiofrecuencias y las Microondas, estas radiaciones no producen elevación térmica del tejido por absorción de la densidad de potencia del campo electromagnético al que está sometido el mismo.

Los campos electromagnéticos de la frecuencia de la red domiciliaria (50/60Hz) poseen una longitud de onda muy grande (miles de Km.), frente a las dimensiones de los obstáculos circundantes, lo cual se convierte en una situación de “parámetros concentrados”, esto es, los campos no se comportan como una onda y pueden analizarse los comportamientos del campo eléctrico y el campo magnético de manera individual.

De esta manera podemos describir el acoplamiento entre el campo eléctrico y un ser humano promedio y lo mismo para el campo magnético. Ambas situaciones son fácilmente comprensibles mediante una simple inspección de las ecuaciones de Maxwell.

El campo eléctrico de ELF al interactuar con un cuerpo humano, provoca en éste la inducción de cargas en la superficie del mismo, lo cual resulta en corrientes dentro del cuerpo. La magnitud de estas corrientes está relacionada con la carga superficial inducida.

Para el caso del campo magnético de ELF, éste induce, en el cuerpo expuesto, un campo eléctrico y corriente dentro del mismo.

La densidad de corriente inducida por las acciones de alguno de los campos (o ambos), se encuentra en general, por debajo del nivel de densidad de corriente propio del cuerpo humano (corrientes endógenas: $10mA/m^2$).

Los efectos sobre el sistema nervioso, la visión y la excitabilidad de tejidos se manifiestan con densidades de corrientes inducidas superiores a la corriente endógena, y dicha circunstancia ocurre para la exposición de un ser humano ante un campo de ELF de magnitudes no usuales en la práctica.

A modo de ejemplo ilustrativo citamos el estudio de Kaune y Forsythe⁷ del año 1985, donde para una exposición en campo eléctrico de 10KV/m, resulta una densidad de corriente inducida de 4mA/m², valor claramente menor al de las corrientes endógenas. Pero debe señalarse, que el campo eléctrico de la magnitud mencionada (10KV/m), no es sencillo de encontrar en la vida práctica, por ejemplo para el mencionado valor, el cuerpo en cuestión debe encontrarse bajo el tendido (a 8 m aprox) de una línea de alta tensión 400KV. (Ver Gráfico IV)

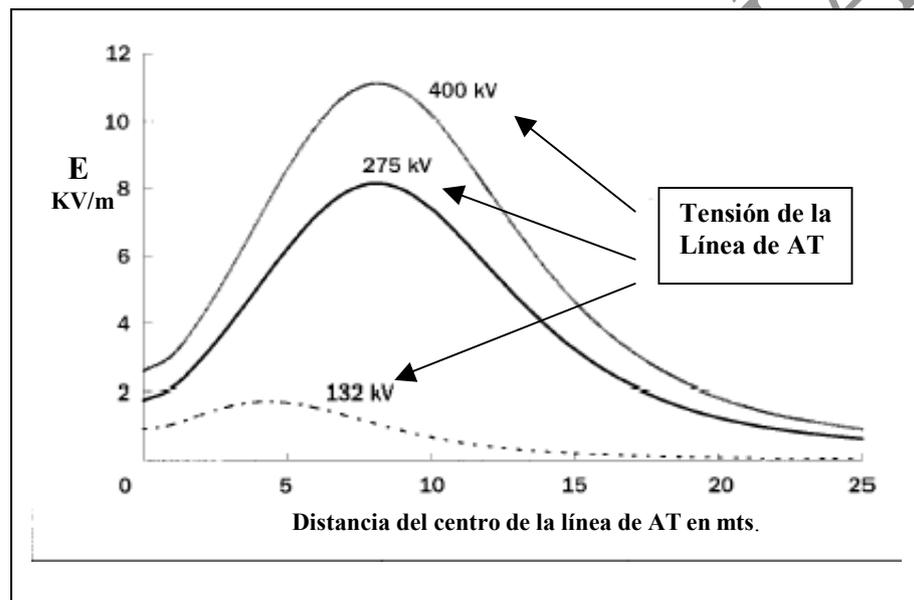


Gráfico IV: Intensidad de campo eléctrico en función de la distancia al centro de una línea de AT aérea. (Fuente NRPB)⁸

Además de los efectos vinculados a la inducción corporal de corrientes por exposición a campos electromagnéticos de frecuencias extremadamente bajas, estas radiaciones están vinculadas a dos fenómenos actualmente bajo estudio, que no deben pasarse por alto:

- 1) La hipótesis de la melatonina y
- 2) la leucemia infantil.

1) La hipótesis de la melatonina:

La melatonina (MEL) es una sustancia secretada por la glándula pineal (GP) que se encuentra vinculada, entre otras cosas, al ciclo de sueño de las personas.

Pero diversos estudios en los últimos años han descubierto que la administración de melatonina en animales con ciertos tipos de cáncer (mama y próstata) resultaba en la supresión del mismo.

Teniendo en cuenta esta evidencias el Dr. Alejandro Úbeda Maeso del Servicio de Bioelectromagnetismo del Hospital Ramón y Cajal de Madrid⁹ expresa:

..... “Según la denominada Hipótesis de la Melatonina [Stevens, 1992, 1996] que tomó fuerza en la primera mitad de los años 90, y que está todavía por comprobar, una reducción en los niveles de melatonina en sangre causada por exposiciones a CEM, tendría como consecuencia una desregulación de la síntesis de esteroides y un incremento de la incidencia de cánceres hormona-dependientes (mama, próstata). En efecto, existe evidencia de que campos eléctricos y magnéticos relativamente débiles, de 50/60 Hz, pueden suprimir la síntesis de melatonina en algunos mamíferos (roedores, generalmente).”

Sin embargo, los resultados epidemiológicos en animales, no pueden ser extrapolados a los seres humanos, de hecho, los experimentos realizados sobre personas para verificar esta hipótesis, no han tenido resultados estadísticamente “poderosos”, aún en personas expuestas a campos magnéticos relativamente elevados, y esta hipótesis está aún bajo estudio.

A este respecto el Dr. Michael Repacholi, Director del Proyecto Internacional de Campos Electromagnéticos de la OMS**, expresó en 1998⁴:

..... “siendo contradictorios y faltos de consistencia los datos con que contamos actualmente, la conclusión más aceptada es que en el presente no existe confirmación de que la exposición a campos ambientales típicos altere significativa e irreversiblemente los niveles de melatonina en humanos. No obstante, las indeterminaciones surgidas de los citados datos contradictorios deben ser resueltas, por lo que la ampliación del conocimiento científico respecto a los posibles efectos de campos eléctricos y magnéticos intensos sobre la GP y la síntesis de MEL constituye hoy una prioridad”

2) Incidencia de Leucemia en niños:

La vinculación entre la leucemia infantil y los campos electromagnéticos de ELF ha cobrado importancia y trascendencia pública, a partir del estudio de Martha Linet (y otros) publicado en “The New England Journal of Medicine”¹⁰ en 1997.

Entre las conclusiones finales del mencionado artículo puede leerse:.....

“...Nuestros resultados proporcionan un pequeño soporte a la hipótesis, que relaciona el riesgo a la leucemia infantil con la residencia cercana a líneas de transmisión o distribución eléctricas o con la exposición a campos magnéticos de elevado promedio temporal...”

La citada afirmación sería intrascendente, si no fuera, porque el mencionado estudio fue realizado a

Niveles de Inducción Magnética del orden de los $0,4\mu\text{T}$, valor sencillo de encontrar en las cercanías de ciertos electrodomésticos, transformadores y otros dispositivos de uso corriente. Esta circunstancia llevó (aún hoy) preocupación a la población y promovió diversos estudios científicos a fin de confirmar o desechar las hipótesis que consideran a los campos de ELF como posibles promotores de la leucemia infantil

A fin de encontrar algún resultado contundente Alhbm¹¹ (del Instituto Karolinska de Suecia), Feychting y otros (Linnet entre ellos) presentaron en el año 2000 un estudio sobre más de 3000 casos de niños con leucemia.

El incremento de riesgo de leucemia fue encontrado en el 0,8% de la población analizada, expuesta a campos magnéticos de $0,4\mu\text{T}$. Este porcentaje es extremadamente bajo y puede enmascarse dentro del propio error del estudio. En el mismo estudio el autor afirma que no pueden encontrarse efectos adversos a exposiciones al campo magnético de ELF menores a $100\mu\text{T}$.

Esta afirmación parece ser la más aceptada por la comunidad científica internacional en los tiempos actuales. No obstante, aquellos que no acuerdan con ella, continúan investigando en estudios de mayor "potencia estadística", a fin de encontrar argumentos plausibles para su refutación

V.- Límites de Exposición para las Radiaciones no Ionizantes

V a)- Criterios y Bases para la fijación de Límites Máximos de Exposición a las RNI

El proceso de elaboración de un estándar que fije los valores límites de exposición para las Radiaciones no Ionizantes, en las distintas regiones del espectro que se han mencionado, puede resumirse en los siguientes pasos:

- 1) Existencia de estudios biofísicos y epidemiológicos con resultados repetibles y concluyentes, que puedan caracterizar, con cierta exactitud, que nivel de la Radiación bajo estudio provoca un efecto biológico y que nivel provoca un efecto nocivo sobre un ser humano (niños, adultos y personas con hipersensibilidad al tipo de radiación bajo estudio).
- 2) Conocido el nivel de campo a partir del cual se manifiestan efectos nocivos (o adversos), se toma un coeficiente de seguridad restrictivo, cuyo valor, típicamente es de 10 veces. Como ejemplo: si los efectos se manifiestan a un valor de 70 unidades, el valor límite a fijar se establecerá en 7 unidades. A éste valor de 7 unidades se lo conoce como: valor de **Máxima Exposición Permitida (MEP)**.
- 3) Se definen los entornos de aplicación. Generalmente son dos (existen otros), y se los conoce como entorno ocupacional y entorno poblacional. Estos entornos definen claramente dos aspectos: el tiempo que puede estar expuesta una persona y el grado de conocimiento sobre la exposición que la persona posee.

- 4) Así el entorno poblacional esta compuesto todas las personas (público en general) que residen en un determinado lugar y no tienen porque estar informados sobre la exposición a las RNI ni sus riesgos asociados, y por lo tanto deben poder estar expuestos las 24Hs, todos los días, sin consecuencia alguna. De modo que, el entorno poblacional, tiene asignado un valor de Máxima Exposición Permitida, que es 5 ó 10 veces menor (más estricto) que el límite ocupacional.
- 5) El entorno ocupacional es aquel integrado por trabajadores que están expuestos un tiempo limitado por la jornada laboral (8 o 6 Hs.), que poseen entrenamiento y conocimiento sobre Radiaciones no Ionizantes, y de ser necesarias, las contramedidas adecuadas para disminuir el nivel de exposición al que están sometidos (Ej.: anteojos o ropa adecuada).
- 6) Continuidad de los estudios biofísicos y epidemiológicos sobre las RNI, que de hallar nuevos efectos biológicos o adversos, deben utilizarse para la modificación de los Estándares existentes hasta ese momento.

VI.- Antecedentes y Recomendaciones Internacionales de Estándares de las RNI

VI a)- Primeros Estándares

Los primeros Estándares sobre la Exposición a las Radiofrecuencias aparecen en la década de 1965-1970 en los países de la Europa Oriental. Justamente en el Capítulo de Higiene y Seguridad se publican en la Republica Socialista de Checoslovaquia (Higienista Principal 1965/70), luego le siguen Republica de Polonia (Consejo de Ministros 1972/77), la Unión Soviética (1976/78) y finalmente Bulgaria (1979)¹ Simultáneamente el Instituto ANSI (American National Standard Institute) de los Estados Unidos de Norteamérica, a través de su Comité de Normas C-95,1 recomienda un límite máximo (1974/79, actualizado 1982) para la exposición a las RF. Límites y Recomendaciones similares se pueden encontrar en las Normativas de la Republica Federal Alemana, Inglaterra y los Países Bajos. Lo siguen los países de Suecia (1976), Australia (1979) y Canadá (Health and Welfare-1978/79).

De los Organismos Internacionales el más importante ha sido IRPA/ICNIRP (International Radiation Protection Association / International Non-Ionizing Radiation Committee) que en los años 1983/84 recomienda Estándares y Límites, adoptados por la mayoría de los países que aun no tenían su Normativa. Actualmente este Organismo se denomina ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) y ha actualizado las Recomendaciones en el año 2002¹⁴. También la OMS (Organización Mundial de la Salud) en su publicación * Criterios de Salud Ambiental * N° 16¹² (1984) presenta un compendio completo sobre esta temática.

Actualmente todos estos Organismos Internacionales como otros más que se mencionan a continuación, establecen sus Recomendaciones, en especial la OMS a través de su PROYECTO INTERNACIONAL DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS - CEM.¹⁵

VI b)- Proyecto Internacional de CEM de la OMS

El Proyecto Internacional de Campos Electromagnéticos-CEM (International EMF Project) de la Organización Mundial de la Salud, ha sido establecido en el año 1996. Para el mismo ha sido definido el CEM desde frecuencia 0 (campo estático) hasta 300 GHz, pasando por Extremadamente Bajas Frecuencias (ELF de 0 a 300 Hz), Frecuencia Intermedia (IF de 300 Hz a 10 MHz), completando con Radiofrecuencias (RF de 10 MHz a 300 GHz).

En conjunción con otros Organismos Internacionales, tiene como meta encontrar fuentes y conocimientos sobre los efectos debidos a la exposición a los CEM, identificar aquellos temas de falta de conocimiento (lagunas) o datos incompletos, como asimismo recomendar y enfatizar futuras investigaciones. También tiene como tarea relevante la de revisar publicaciones y artículos científicos y trabajar en el consenso y armonización de los criterios y normativas, referidos a la temática.

Entre sus publicaciones mas importantes cuentan los Reportes, Artículos Científicos, Gacetillas de divulgación, etc. Las publicaciones se hacen en conjunto con la ICNIRP (Comision Internacional para la Protección contra las Radiaciones no Ionizantes), ILO (Organización Internacional del Trabajo OIT), IARC (Agencia Internacional de Investigación en Cáncer), PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) etc., Instituciones Internacionales de relevancia en estos temas.

Hay que aclarar que este Proyecto no cuenta con laboratorios propios sino que se basa y acepta los resultados de las investigaciones de Instituciones Científicas relevantes, dedicada a estas tareas.

Para completar las conclusiones sobre los efectos de las RNI aún se requiere finalizar estudios epidemiológicos a gran escala. La necesidad de cooperación internacional es imprescindible para finalizar con éxito esa tarea. La Organización Mundial de la Salud/ Oficina Panamericana de la Salud (OMS/OPS) está coordinando y recibiendo la información sobre este aspecto, debiendo recopilar los datos obtenidos desde el año 1996 hasta el año 2006-7⁴. Las conclusiones de esta etapa serán decisivas y permitirán fijar recomendaciones de base para una de normativa internacional, que se sumará y/o reemplazará a las ya existentes, para la protección de los trabajadores y de la población en general.

Con los límites establecidos por las normas vigentes, aceptables hoy día, y las normas por venir y con el fin de llevar tranquilidad al momento de instalar fuentes de RNI, se podrá solicitar apoyo de reconocidos laboratorios de medición y dosimetría de referencia y de campo, para corroborar los niveles de exposición debidos a dichas fuentes.

El fin de la prospección electromagnética es por lo tanto evaluar los valores de campo Eléctrico (E), Magnético (H) y Potencia o Densidad de Potencia (S), y poder comparar estas mediciones con los niveles permisibles preestablecidos por las normas.

En los aspectos de Dosimetría y Mediciones sería importante establecer los mecanismos para llevar adelante la creación de un laboratorio especializado y reconocido a nivel

Nacional o Regional, el que daría referencia a otros laboratorios de campo para asegurar la exactitud y precisión de las mediciones a realizar. Este punto es especialmente sensible a la opinión pública para garantizar la imparcialidad y profesionalidad en este tema.

En el último informe de octubre de 2004 se presentan las conclusiones del periodo Mayo 2003 hasta Junio 2004, que pueden encontrarse en la página WEB indicada (www.who.int/peh-emf).***

Este informe incluye entre otros aspectos la percepción del riesgo y la comunicación del mismo, la coordinación de las investigaciones en el campo y la revisión de artículos científicos junto con la armonización de normativas y estándares, entre otros puntos de interés.

APUNTE MAESTRÍA