

Universidad de Chile

Facultad de Medicina

Escuela Kinesiología

“Medición de la intensidad de campo eléctrico de los equipos de onda corta en uso en los Servicios de Salud Pública Metropolitana de Kinesiología y Medicina Física y Rehabilitación el año 2003 y determinación del cumplimiento de la recomendación ICNIRP ocupacional”

Tesis entregada a la **Universidad de Chile** en el cumplimiento parcial de los requisitos para optar al grado de **licenciado en kinesiología**

Rodrigo Sebastián Adasme Jeria

Catalina Sofía Nazal Lama

Director de Tesis: Kinesiólogo Verónica Vargas Sanhueza Patrocinante de Tesis:
Profesor Licenciado en Ciencias con mención en Biología, Magister en Ciencias con
mención en Genética Sra. Sylvia Ortiz Zúñiga

2003

..	1
INFORME DE APROBACIÓN .	3
Agradecimientos .	5
RESUMEN .	7
Abstract . .	9
Abreviaturas .	11
Introducción y planteamiento del Problema .	15
Introducción .	15
Preguntas de investigación .	16
Objetivos .	16
Justificación .	16
Marco Teórico . .	19
Definición de Variables .	25
Definición Conceptual .	25
Definición Operacional . .	25
Variable Extraña .	26
Diseño de Investigación .	27
Población en estudio .	29
Criterios de Inclusión .	29
Criterios de Exclusión .	30
Materiales y método . .	31
Resultados .	33
Equipos clasificados SEGÚN forma de PRODUCCIÓN y entrega de ondas . .	33
Área Norte .	35
Area Oriente . .	36
Área Centro .	38
Área Occidente .	39

Área Sur-oriente .	41
Área sur .	42
Conclusión .	45
Discusión .	47
Proyecciones .	49
BIBLIOGRAFÍA .	51
Anexos . .	55
Anexo 1. Tipos de sonda a utilizar según la frecuencia del campo eléctrico a medir . .	55
Anexo 2. Equipo Wandel & Goltermann EMR 30 con sondas .	56
Anexo 3. Válvula triodo. Fotografía y modelo de circuito eléctrico. . .	57
Anexo 4. Circuito LC primario u oscilante clásico. .	57
Anexo 5. Circuito LC secundario capacitativo. Fotografía y esquema eléctrico. .	58
Anexo 6. Circuito LC secundario inductivo. Fotografía (distintos formatos) y modelo eléctrico. .	58
Anexo 7. Transistor. Fotografía y esquema eléctrico. . .	59
Anexo 8. Evolución estructura interna. Circuito antiguo (válvula) y moderno (transistor en tarjeta). .	59
Anexo 9. Onda corta clásica capacitativa y onda corta moderna capacitativa. .	60
Anexo 10. Onda corta clásica inductiva y onda corta moderna inductiva. .	61
Anexo 11. Posicionamiento de los componentes del equipo de onda corta antes de la medición .	62
Apéndice .	65
Apéndice 1. Servicios de Salud Publica donde se medirá, número de equipos onda corta en cada uno y área: .	65
Apéndice 2. Hoja de recolección de datos y resultados de los equipos . .	66
Apéndice 3. Medición en terreno. .	66
Apéndice 4. Codificación y descripción de equipos. . .	67
Apéndice 5. Listado de investigaciones futuras .	68

A mi Pareja y Compañero de Tesis por su fortaleza, paciencia y entrega. A mis Padres por el gran apoyo, cariño y enorme paciencia que nos brindaron durante este proceso Catalina A mis Padres por la fortaleza interior que me han inculcado, mis Maestros por mostrarme el camino, entre ellos mi tata; y a mi Compañera por ser lo que su nombre dice. Rodrigo

INFORME DE APROBACIÓN

Tesis de licenciatura

Se informa a la Escuela de Kinesiología de la Facultad de Medicina que la Tesis de Licenciatura presentada por los candidatos:

Rodrigo Sebastián Adasme Jeria

Catalina Sofía Nazal Lama

Ha sido aprobada por la Comisión Informante de Tesis como requisito de Tesis para optar al grado de Licenciado en Kinesiología en el examen de defensa de Tesis rendido el día 4 de diciembre del año 2003.

DIRECTOR DE TESIS

FIRMA

Kinesiólogo Verónica Vargas Sanhueza

COMISIÓN INFORMANTE DE TESIS

FIRMA

Profesor Sylvia Ortiz Zúñiga

Doctora Carolina González Banderas

Kinesiólogo Esteban Aravena Ramírez

Agradecimientos

Nuestros sinceros agradecimientos al Ministerio de Salud, en especial al Dr. Fernando Muñoz Porras, Jefe División Rectoría y Regulación Sanitaria y al Jefe del Departamento de Estudios y Economista Rafael Urriola, por asegurarnos el acceso a los servicios pertinentes.

Al Instituto de Salud Pública y su Departamento de Salud Ocupacional, en especial a su directora Dra. Oriel Solar, y Alfonso Espinoza, Ingeniero Químico y asesor técnico y tecnológico de nuestra investigación.

A los Jefes de Servicio de Kinesiología y Medicina Física y Rehabilitación de los diversos centros visitados, por su voluntad hacia la investigación realizada.

Al Ingeniero René Prado León, encargado del programa de Radiaciones de la ACHS por su asesoría en el tema.

A Antonio Daza, David Reichberg y Alfredo Guerra, de Andover, por la puesta al día en el tema.

A Ernesto Castillo y Janet, nuestros asesores estadísticos de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Chile.

A los Docentes y Kinesiólogos Francisco Herrera N. y Edgard Hidalgo E. por su preocupación y voluntad en el buen desarrollo de esta tesis.

A nuestra Tutora de Tesis, Kinesiólogo Verónica Vargas, por su apoyo logístico, determinación y asesoría incondicional durante el transcurso de esta investigación.

A Adriana Lizana y Ximena Fulle, secretarias de la Escuela de Kinesiología, por la paciencia y cooperación brindada.

RESUMEN

El presente estudio descriptivo transversal tiene por objetivo determinar el cumplimiento de las recomendaciones de emisión de ondas electromagnéticas en equipos de onda corta terapéutica (27,12 MHz) de los servicios de salud pública de la región metropolitana durante el año 2003. Se midió y registró la intensidad de campo eléctrico (V/Mt) en el campo cercano (1 metro del foco) en la población de equipos de onda corta en funcionamiento (N = 47) en los hospitales públicos, Centros de Referencia de Salud (CRS) y Centros de Diagnóstico y Tratamiento (CDT), utilizando el detector Wandel y Goltermann EMR 30, sonda 8 perteneciente al Instituto de Salud Pública.

Los resultados obtenidos indicaron que el 100% (n = 34) de los equipos del Área Norte, Centro, Sur, Sur-Oriente y Occidente cumplen con la recomendación internacional de la ICNIRP (International Commission on Non-ionizing Radiation Protection) a nivel ocupacional (61 V/Mt). En el área Oriente, la recomendación se cumple en el 92,3% (n = 13) de los equipos. En el total de equipos de la Región Metropolitana (N = 47), el 97,87% (n = 46) cumple con la recomendación ICNIRP de intensidad de campo eléctrico (Nivel de Confianza 95%).

Abstract

The objective of this traverse descriptive study is to establish the fulfillment of recommendations of electromagnetic waves emissions in short wave equipments of the Public Health Services of the Metropolitan Region during 2003. We measure the electric field intensity (V/Mt) on the near field (1 meter from the focus) in operative population of short wave equipments (N = 47) inside Public Hospitals, Health Reference Centers (CRS) and Diagnose and Treatment Centers (CDT) using the electromagnetic measurement equipment Wandel y Goltermann EMR 30, sound type 8, of the Public Health Institute.

The results shows that 100% (n = 34) of the equipments in the North, Center, South, South-Orient and Occident Areas fulfill the international occupational recommendation (61 V/Mt) of ICNIRP (International Commission on Non-ionizing Radiation Protection). In the Orient Area the recommendation is fulfilled on the 92,3% (n = 13) of equipments. In the Metropolitan Region total equipments (N = 47) the 97,87% (n = 46) fulfill the recommendation (Confidence Level 95%).

Abreviaturas

ADN	Ácido desoxirribonucleico
An	Anexo
Ap	Apéndice
C	Centro
Cap	Capacitativo
CDT	Centro de diagnóstico y tratamiento
CDTBL	CDT Barros Luco
CDTED	CDT Eloísa Díaz
CDTJP	CDT Juan Pefaur
Cms	Centímetros
CRS	Centro de referencia de Salud
CRSC	CRS Cordillera
CRSEP	CRS El Pino
CRSSA	CRS Salvador Allende
DS	Desviación Standard
EMF	Electric and magnetic fields
HAP	Hospital de Asistencia Pública
HCM	Hospital Calvo Mackenna
HFB	Hospital Félix Bulnes
HN	Instituto de Neurocirugía.
HS	Hospital Salvador
HSJD	CDT San Juan de Dios
HSJM	Hospital San José de Maipo
ICNIRP	International commission of non ionizing radiation protection
Ind	Inductivo
IPAC	Instituto Nacional de Rehabilitación Pedro Aguirre Cerda
IT	Instituto Traumatológico
LC	Bobina – condensador
Máx	Máximo
Mín	Mínimo
MHz	Megahertz
Mts	Metros
N	Norte
N. de C.	Nivel de confianza
O	Oriente
Oc	Occidente
RF	Radio frecuencia
RNI	Radiaciones no ionizantes
S	Sur
SAR	Tasa de absorción específica (<i>specific absorption rate</i>)
SO	Sur – Oriente
Tran	Transistor

UV	Ultra violeta
V	Voltios
Valv	Válvula triodo
W	Watts

Introducción y planteamiento del Problema

Introducción

La incertidumbre mundial con respecto a lo que adicionalmente pueden generar los equipos eléctricos ha provocado un rápido incremento e interés en realizar investigación científica para determinar rangos en los cuales el uso de estos equipos sea seguro, tanto en el campo ocupacional como en el de usuario. Sin embargo, los resultados no son concluyentes. La escasez de evidencia científica alimenta esta incertidumbre, gatillando la aparición del concepto “*Electrosmog*” para referirse a la nebulosa de campos electromagnéticos que nos envuelven, sin determinarse en forma clara sus efectos adversos sobre la salud. Por tanto, son numerosos los países que han descartado el uso terapéutico de equipos que emitan ondas electromagnéticas y a la vez, es precaria la situación normativa mundial respecto al tema.

A raíz de esto, la ICNIRP ha establecido recomendaciones basadas en los efectos adversos a corto plazo de los campos electromagnéticos, que han sido los únicos demostrados, y se plantea como la comisión internacional encargada del tema.

Las ondas cortas terapéuticas (radiaciones electromagnéticas) son utilizadas a diario

en la práctica clínica en los Servicios de Medicina Física y Rehabilitación y Kinesiología, las cuales pueden estar causando alteraciones si sus valores no se encuentran bajo parámetros recomendables. El profesional a cargo de su uso es el Kinesiólogo y éste se vería afectado directamente por radiaciones parásitas, lo cual se puede traducir en mal desempeño laboral, e incluso ausentismo por enfermedad.

La medición y comparación con las recomendaciones internacionales nos puede dar un panorama sobre la situación regional y llevar a estudio el tema de radiaciones no ionizantes y su relación con la seguridad laboral, sin duda un tema poco desarrollado a nivel nacional y continental.

Preguntas de investigación

1. ¿Cuál es la intensidad de campo eléctrico de los equipos de onda corta que funcionan en los Servicios de Salud Pública de la región metropolitana?
2. ¿Dichos equipos cumplen con las recomendaciones internacionales que regulan su funcionamiento?

Objetivos

Objetivo General

Determinar el cumplimiento de las recomendaciones de emisión de ondas electromagnéticas en equipos de onda corta de los Servicios de Salud Pública de la Región Metropolitana durante el año 2003.

Objetivos Específicos

1. Cuantificar y registrar la intensidad de campo eléctrico que producen los equipos de onda corta en funcionamiento dentro de los Hospitales públicos, CRS y CDT de la Región Metropolitana.
2. Determinar si los resultados obtenidos en la medición cumplen con las recomendaciones internacionales reconocidas para dichos equipos.

Justificación

1. La literatura describe el efecto biológico de las radiaciones y ondas electromagnéticas en seres vivos (Proyecto EMF, 2002). A partir de esta información, se han establecido los estándares internacionales de intensidad de campo eléctrico aceptable (ICNIRP, 1998).

2. El profesional Kinesiólogo, dentro de sus acciones en los servicios de salud del sector público, ejecuta prestaciones de salud que requieren aplicación de equipos de onda corta, que en los últimos 5 años ha sido la segunda prestación más frecuente de procedimientos Kinesiológicos en Chile (Mena, San Martín, 2002). Esta exposición de los kinesiólogos a campos electromagnéticos debe realizarse dentro de condiciones mínimas de seguridad. Esta es la razón de este estudio, pues el conocimiento, ubicación y precisión de las condiciones técnicas de los equipos, facilitará que las autoridades correspondientes tengan información que les permita tomar las decisiones técnicas, económicas y éticas correspondientes.

3. El estudio permite conocer la cantidad de campo eléctrico emitido por equipos de onda corta a la que están expuestos los profesionales que hacen uso de dichos equipos en aplicaciones terapéuticas.

4. Determina el cumplimiento de recomendaciones internacionales de intensidad de campo eléctrico en los equipos de onda corta de los servicios públicos de salud de la Región Metropolitana.

5. Deja un registro de la intensidad de campo eléctrico que emiten los equipos medidos, que aporta evidencia a futuras investigaciones sobre riesgo biológico y ocupacional.

6. Aporta información a los organismos responsables de la formulación y fiscalización de normas relacionadas con equipamiento tecnológico de los Servicios de Salud en Chile.

Marco Teórico

Las ondas cortas corresponden a ondas de radiofrecuencia cuyos valores fluctúan entre 3 y 300 MHz del espectro electromagnético (An. 1), se propagan en el vacío y a la velocidad de la luz. Los equipos de onda corta de uso terapéutico utilizan valores de frecuencia de 40,68; 27,12 y 13,56 MHz, siendo los de 27,12 MHz los más utilizados. Tienen la capacidad de atravesar tanto cuerpos conductores (eléctricos) como no conductores (dieléctricos) y al ser absorbidas por estos se incrementa el movimiento vibratorio de sus moléculas constituyentes, que se traducen en un aumento de temperatura (Beiser, 1991; Rodríguez, 2000; Sendra, 1998).

La construcción clásica de esta onda se realiza en un circuito que posee 2 transformadores, el primero minimiza la corriente alterna domiciliaria (110~220 V) a 20 V y el otro la potencia a 4.000 V. Esta corriente pasa por el filamento de una válvula triodo (An. 3) que se encarga de dar inicio al paso de los electrones al circuito LC primario u oscilante (An. 4), y que al saturarse, descarga por la grilla de este triodo, para volver a cargar el filamento de entrada. Este circuito LC primario a través de una bobina induce a otra bobina con dirección opuesta al primario, que también posee un condensador. En cada carga y descarga del triodo cambia la dirección de la corriente, mecanismo responsable de la oscilación de corriente que produce el equipo. Este LC induce a un segundo circuito LC o resonador en contacto con el paciente, que puede ser de tipo *capacitivo* (An. 5) si el segmento a tratar actúa como el dieléctrico del condensador o *inductivo* (An. 6) si la corriente induce a través de una bobina el segmento. Ambos métodos difieren levemente en cuanto a las características del efecto térmico y a la aplicación de los electrodos sobre el paciente (Brown, 1989; Sendra, 1998; Rodríguez,

2000). En ambos casos debe sintonizarse el circuito oscilador con el resonador, siendo este último el compuesto por el paciente, esto se logra variando la distancia entre ambas placas de un condensador variable ubicado en el circuito resonador, ya sea de forma manual o automática, lo que determina la intensidad de corriente aplicada. Los últimos modelos en el mercado (Enraf Curapuls 670, 970) reemplazan la válvula triodo por un transistor (An. 7) donde el formato general es el de una tarjeta madre (An. 8). Tanto en el sistema de generación de onda corta clásico como en el moderno los circuitos LC se relaciona de igual manera (An. 9 y 10). La entrega de energía puede ser de tipo continua o pulsada según las características del equipo, en el caso de la primera se debe regular la potencia y el tiempo de tratamiento, en el segundo caso se controlan los valores de potencia media que son frecuencia, duración de pulso y potencia pick y el tiempo de tratamiento. (Sendra, 1998; Rodríguez, 2000)

Durante la terapia con ondas cortas, que se ha determinado en 15 a 20 minutos, la zona a tratar es expuesta a una frecuencia e intensidad determinada entregada por el equipo. El paciente y el tratante, en cambio están expuestos a esa misma frecuencia, pero a un indeterminado campo eléctrico que responde a la fórmula:

$$F = q E$$

donde una carga eléctrica q crea un campo eléctrico E , que ejerce una fuerza F sobre la materia, a lo cual se le agrega un campo magnético dado por la ecuación:

$$H = \frac{B}{(\mu\mu_0)}$$

donde un campo magnético H equivale a la densidad de flujo magnético, dividido por el producto de la permeabilidad magnética en el vacío y en el medio de aplicación. La presencia de un campo eléctrico o de un campo magnético, induce la aparición de su contraparte dando el término de campo electromagnético, que viene sustentado por el concepto de inducción electromagnética que corresponde a la intensidad de corriente que circula por el circuito y el flujo magnético producido por está y que atraviesa al mismo, dada por la relación:

$$\phi_{m} = L I$$

donde L es la inductancia del circuito dada por las dimensiones del circuito, forma del mismo y permeabilidad magnética del medio, e I es intensidad de corriente. Esta relación es responsable de las corrientes en torbellino o de Foucault que son de tipo inductivas, producidas en conductores continuos como piezas de metal, disoluciones electrolíticas y tejidos biológicos, que desplazan al conductor en el campo electromagnético. Estas corrientes son usadas para producir calor como efecto terapéutico de la onda corta, pero son causa de los efectos adversos de la radiación parásita. (Cox, 1982; Allen, 1991; Pachocky, 1991; Rodríguez, 2000)

La dosimetría de RNI de alta frecuencia a la que se expone el ser humano esta dada por la SAR, que es la razón de energía electromagnética absorbida por unidad de masa cuyo cálculo es:

$$\text{SAR} = s E_t^2 \rho^{-1}$$

donde E_t es el campo en el tejido t , s es la conductividad eléctrica y ρ es la densidad del tejido. Dada la susceptibilidad individual y las diferencias interpersonales es imposible masificar esta técnica de medición, por lo cual se opta por la determinación de la densidad de potencia electromagnética que corresponde al producto de ambos campos, el eléctrico o E , que se mide en V/m (voltios / metros) y el magnético o H , que se mide en A/m (amperios / metros). La fórmula queda expresada por:

$$\text{Densidad de potencia (S)} = \frac{\text{V}}{\text{m}} \times \frac{\text{A}}{\text{m}} = \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Donde la densidad de potencia es el producto de potencia por área (Watts partido por metros cuadrados).

Estas medidas se pueden obtener tanto en el campo cercano como en el lejano. El cercano corresponde a una distancia de $1 \times \lambda$. A 27,12 MHz de frecuencia, la longitud de onda (λ) es 11,06 Mts, por lo tanto:

$$1 \times \lambda = 1 \times 11,06 \text{ Mts} \rightarrow 11,06 \text{ Mts}$$

En el campo cercano (distancias iguales o menores a 11.06 Mts) E y H deben medirse por separado, ya que el comportamiento entre ellos no se relaciona.

El campo lejano es $3 \times \lambda$, lo que equivale a:

$$3 \times 11,06 \text{ Mts} \rightarrow 33,18 \text{ Mts}$$

En el campo lejano (distancias mayores a 33.18 Mts) es independiente medir E o H , ya que se relacionan matemáticamente. Conociendo el valor de uno de ellos se puede deducir la S y el otro campo. La distancia entre ambos campos es de transición (Florderus, 2000; Stuchly, 1996; Gandhi, 1995).

Otro factor a considerar en el comportamiento de las RNI es que cumplen con la "ley de los cuadrados inversos" por lo tanto, la intensidad de campo es inversamente proporcional al cuadrado de su distancia al foco de emisión.

El dosímetro a utilizar en la medición del campo eléctrico a 27,12 MHz, perteneciente al Instituto de Salud Pública, es el Wandel y Goltermann, Alemania EMR30 para medidas isotrópicas de campos eléctricos de 100 KHz a 3 GHz (An. 2), que realiza la medición no lineal del campo y el procesamiento digital de los resultados de sus tres vías, con ajuste a cero automático que ha sido validado ampliamente para este fin (Allen, 1991; Gandhi, 1995; Stuchly, 1996; Florderus, 2002) con una confiabilidad de medición mínima del 98,3% (Wandel y cols, 2003; Laughrey, 2003). La medición no lineal del campo se debe a que los campos electromagnéticos del espacio libre rara vez son causados por una única fuente, por lo cual la medición debe ser de tipo no direccional o isotrópica, en la cual la posición del instrumento de medición con respecto a la fuente, no influye en el valor medido. El EMR 30 consta de 3 sensores en la cabeza de la sonda, que es la tipo 8 que detecta entre 100 KHz y 3 GHz, que miden separadamente los tres ejes del campo (X, Y y Z) calculando la intensidad, tras la suma de los cuadrados de los tres valores medidos, lo que proporciona una linealidad muy elevada eliminando además las características

cuadráticas del sector, aplicación conocida como promediación espacial. El ajuste a cero debe realizarse en todos los equipos para asegurar una medición precisa, llevándose a cabo en una habitación libre de radiación, cada vez que se prende el equipo y ante cambios de temperatura el EMR 30 realiza este ajuste automáticamente. (Wandel y cols, 2003)

Las aplicaciones y recomendaciones para este equipo incluye equipos diatérmicos como la onda corta terapéutica en su frecuencia de 27,12 MHz, considerando que su foco de emisión corresponde a sus electrodos y cables, donde existen elevadas intensidades de campo. Se recomienda medir E en el campo cercano, que es el de mayor importancia, ya que ocupacionalmente afecta en forma directa al terapeuta.(Gandhi, 1995; Fedowrosky, 1997; Lerman, 2001)

Se debe mencionar que el tratamiento a través de ondas cortas es muy utilizado en Chile siendo la segunda prestación más frecuente de los Kinesiólogos y que a su vez, estos profesionales son los de segunda mayor demanda en el sistema de salud nacional. Los equipos se encuentran cuantificados y localizados en la región Metropolitana (Ap. 1) (mena, san MARTÍN, 2002).

Chile no cuenta con una norma clara con respecto a las RNI de tipo RF, dado que no se detallan en el “Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en el Lugar de Trabajo” (Decreto Supremo 594 del 2001), que contempla exclusivamente la radiación láser, microondas y ultravioleta. Los estudios realizados a nivel internacional se basan en los efectos adversos a la salud que pudieran producir las ondas cortas en el humano, es decir que causan un deterioro en la salud de los individuos expuestos o en su descendencia, siendo los efectos a corto plazo los únicos avalados por literatura de alta evidencia (ICNIRP, 1998). Estos efectos se deben al calentamiento inducido y a la radiación de energía parásita, que se traducen en el aumento de más de un grado Celsius de temperatura en un tejido o en el cuerpo, lo que ocasiona alteraciones en el electroencefalograma debido a cambios en la permeabilidad de la barrera hematoencefálica, cuyas manifestaciones clínicas son alteraciones psicológicas como irritabilidad, depresión y cefaleas, alteraciones en funciones superiores de memoria, concentración y resolución de problemas y disminución en la habilidad para desarrollar esfuerzos físicos (Bassen,1981; cox, 1982; allen, 1991; WHO, 1993; cenelec, 1995; brusick, 1998; ICNIRP, 1998).

Los efectos a largo plazo, no considerados en la recomendación, son de tipo mutagénico del ADN, cuyas manifestaciones clínicas son alteraciones en el desarrollo del feto, abortos espontáneos y efectos teratogénicos (taskinen, 1990; oullet, 1995; lerman, 2001)disminución de la fertilidad masculina (COX, 1982), arritmias cardiacas (hamburger, 1983), linfomas (irmak, 2003), leucemia (pachoky, 1991) y opacidades oculares (cox, 1982), con una evidencia relativa y no concluyente en estos aspectos por la divergencia en la capacidad mutagénica que pudieran tener estas radiaciones, rechazada por la ICNIRP y otros autores (Maes, 2000; Brusnick, 1998, cenelec, 1995).

Los estudios en animales de experimentación han arrojado evidencia de alteraciones reproductivas en machos y hembras (Brown, 1989), leucemia (pachoky, 1991) y alteraciones conductuales (Lehmann, 1982), pero en exposiciones de alta intensidad y

corta duración, fenómenos que no se ven en la realidad ocupacional.

Dentro de los estudios de laboratorio que consideran efectos biológicos (hallazgos que pueden o no provocar efectos adversos), que no están considerados en ninguna recomendación mundial, se vuelven a comprobar los efectos de calentamiento inducido y la proliferación de células mutagénicas en tumores. (irmak, 2003)

La recomendación internacional esta dada por la ICNIRP con sede en Alemania y entidad encargada del programa EMF de la Organización Mundial de la Salud, cuya función es investigar los peligros que pueden ser asociados con las diferentes formas de RNI, desarrollar recomendaciones internacionales sobre límites de exposición para las mismas, y tratar todos los aspectos sobre protección de las personas. La recomendación se basa en establecer niveles de referencia (según densidad de potencia, campo E, H y SAR), desarrollada tras una exhaustiva revisión de toda la literatura científica publicada y considerando sólo los efectos mencionados, que corresponden a aquellos de aparición inmediata tras exposición y en el corto plazo (emf, 2002; icnirp, 1998, who, 1993).

Los niveles de referencia ocupacional de esta recomendación para los 27,12 MHz de la onda corta terapéutica están dados por una intensidad de campo E máxima de 61 Volts/ Mt, intensidad de campo H de 0,16 A/ Mt. y una densidad de potencia de 10 W/ Mt², tanto en el campo cercano como en el lejano, para mediciones promediadas en 6 minutos.

La ICNIRP indica que las industrias causantes de la exposición a campos eléctricos son las responsables de asegurar el cumplimiento de todos los aspectos de estas recomendaciones, determinando medidas de protección para los trabajadores que incluyen controles de ingeniería (diseño seguro, apantallamientos), administrativos (limitación de acceso, advertencias), programas de protección personal, prevención y vigilancia médica.

Definición de Variables

Definición Conceptual

Intensidad de campo eléctrico: magnitud vectorial que expresa la intensidad de las fuerzas producidas por la atracción y repulsión entre cargas eléctricas dentro de un campo electromagnético. Su símbolo es E.(beisser, 1991; rae, 2001)

Cumplimiento de la recomendación: es la correspondencia de los valores registrados de intensidad de campo eléctrico de los equipos de Onda Corta, con los valores establecidos como límite para la emisión de radiaciones no ionizantes dentro de las recomendaciones creadas por la ICNIRP.

Definición Operacional

Intensidad de campo Eléctrico(E): son los Voltios por metro (V/m) de campo eléctrico, medidos en el campo cercano de radiación con el dosímetro Wandel y Goltermann EMR30, utilizando la sonda 8 para medir a frecuencias entre 100 kHz y 3 GHz.(beisser, 1991; wandel, 2003)

Cumplimiento de la recomendación: intensidad de campo E medido en equipos de onda corta menor o igual a 61 V/m para frecuencias de 10 – 400 MHz (exposición ocupacional) (ICNIRP, 1998).

Variable Extraña

Emisiones inconstantes de ondas electromagnéticas, a frecuencias entre 100kHz y 3 GHz, que pudieran aparecer durante la medición luego de haberse realizado la promediación espacial a cero.

Diseño de Investigación

La investigación que a continuación presentamos es un estudio de tipo no experimental, transversal, descriptivo. (hernández y cols, 1998)

Población en estudio

47 equipos de onda corta de campos capacitivos e inductivos en funcionamiento dentro de los servicios de kinesiología y servicios de medicina física y rehabilitación, pertenecientes a los establecimientos de Salud Pública (hospitales, CDT y CRS) de la región metropolitana durante el año 2003.

Criterios de Inclusión

Los equipos de Onda Corta a medir deben cumplir con las siguientes características:

- Capacidad para obtener una potencia de trabajo de 32 W o dosis 3 en equipos capacitivos y equipos inductivos con aplicadores tipo monode o diplode. 1.
- Capacidad para obtener una potencia de trabajo de 16 W en equipos inductivos con aplicadores tipo minode. 2.
- Visualización de la potencia de trabajo en valores numéricos análogos a 32W y 16W (De acuerdo a puntos 1. y 2.) 3.
- Capacidad de mantener la emisión electromagnética durante 10 minutos o más. 4.
- Electrodos de aplicación asociados a brazos articulados o electrodos de paleta, instalados en el equipo. 5.

Actualmente utilizados en prestaciones de Fisioterapia.

6.

Criterios de Exclusión

No serán medidos aquellos equipos de Onda Corta que presenten alguna de las siguientes características:

- Potencia de trabajo máxima menor a 32 W con aplicadores monode, diplode y/o paletas; o equipos inductivos con aplicadores minode cuya potencia de trabajo sea menor a 16 W. 1.
- Expresión de la potencia de trabajo en forma no numérica. 2.
- Duración de la emisión inferior a 10 minutos. 3.
- Método de aplicación a través de un cable de inducción exclusivamente. 4.

Materiales y método

1. Se concurrió al centro determinado con el equipo de medición de campos eléctricos Wandel y Goltermann EMR 30, sonda tipo 8 para campo eléctrico de 100 KHz a 3 GHz (An. 1, 2) que es independiente del operador durante la captación, registro y envío de emisiones al ordenador, un notebook con *software* de lectura de datos de Wandel & Goltermann versión 1.05, huincha métrica, trípode y hoja de registro. (ap. 2)

2. Se localizó el equipo a medir y se tomaron datos de marca, modelo, número de inventario y forma de entrega de emisión (capacitativo, inductivo, 1 ó 2 aplicadores)

3. Los equipos capacitativos e inductivos de 2 cabezales, se enfrentaron a una distancia de 12 cms, a 100 cms del suelo paralelos al borde del equipo tomando como referencia el centro del cabezal(Tzima, 1994). En los equipos inductivos de un cabezal, éste se dispuso frente al equipo paralelo al borde superior y en las mismas longitudes ya especificadas. Los equipos con electrodos de aplicación tipo paleta fueron adaptados e instalados en la misma posición, mediante una estructura de madera que permitió cumplir con el protocolo de medición sin intervenir en los valores registrados (An. 11).

4. El instrumento de medición se ajustó a cero en el sector.

5. Se establecieron en el equipo de onda corta los parámetros para obtener una potencia terapéutica de 32 W (Sendra, 1998). En los equipos de emisión continua, se reguló la potencia a 32 W o dosis 3 (equipos Siemens). En el caso de los equipos de corriente pulsada, se utilizó la fórmula

$$W_m = W_p \times F \times T$$

donde la potencia media es igual a la potencia pick, por la frecuencia del pulso y por el tiempo del pulso, que debe ser igual a 32 W. Para esto se ocupó la siguiente configuración:

Tabla 1. Parámetros de onda corta pulsada.

Potencia Media	Potencia pick	Frecuencia pulso	Tiempo Pulso
32 W	200 W	400 Hz	400 μS

6. Se ubicó el equipo de medición sobre un trípode, quedando la cabeza de la sonda a 100 cms del centro de los cabezales y del suelo.

7. Se ajustó el *software* midiendo cada 2 segundos por 6 minutos, lo que otorgó 180 mediciones.

8. El equipo de onda corta se encendió sin paciente ni fantoma, con tiempo de 10 minutos y el *software* comenzó a correr, detectando la intensidad de campo eléctrico ambiental (no lo que se genera entre o en la superficie de los aplicadores) proveniente del foco de emisión que corresponde a los aplicadores, cables y equipo. Se prohibió el paso de personas o equipos a menos de 1 metro a la redonda y el uso de otras ondas cortas o microondas a menos de 11 metros.

9. Transcurridos seis minutos, terminó la actividad del medidor. Se apagó el equipo de onda corta y se archivaron los valores obtenidos (promedio espacial de 180 mediciones) en el notebook, conectado directamente a la sonda durante toda la medición (Ap. 3).

10. Estos archivos fueron codificados para simplificar el análisis estadístico (Ap. 4)

Resultados

Los datos obtenidos fueron analizados en los programas Microsoft® Excel 2000 por Microsoft Corporation y SPSS for Windows, versión 11.0.0 desarrollado por LeadTools©1991-2001, Lead Technologies, Inc.

Los equipos se clasificaron según forma de producción y entrega de ondas en válvula – capacitativo, válvula – inductivo, transistor – capacitativo y transistor – inductivo. Estos datos se tradujeron a valores relativos de la población de equipos.

Se realizó estadística descriptiva de cada equipo calculando Medias, Rangos, DS, Máximos, Mínimos y Niveles de Confianza (95%), tomando los valores con dos decimales. Se hizo comparación de medias con la recomendación, para luego establecer y comparar resultados relativos de cada centro, área (A 1) y total.

Finalmente se analizaron los resultados (medias) de los equipos clasificados según forma de producción y entrega de ondas, obteniéndose promedio, DS, máximo, mínimo y rango para cada grupo

Equipos clasificados SEGÚN forma de PRODUCCIÓN y entrega de ondas



Figura 1. Gráfico de clasificación poblacional de los equipos según mecanismo de producción y entrega de ondas.

Tabla 2. Estadística descriptiva para equipos clasificados según forma de producción y entrega de ondas.

	Válvula capacitativa	Válvula inductiva	Transistor capacitativo	Transistor inductivo	TOTAL
N° eq.	28	2	1	16	47
Max	63,22	31,69	22,92	3,99	
Min	3,00	12,06	22,92	0,49	
Media	24,27	21,88	22,92	1,40	
DS	17,18	13,88	0,00	0,86	
%	59,57	4,26	2,13	34,04	100%

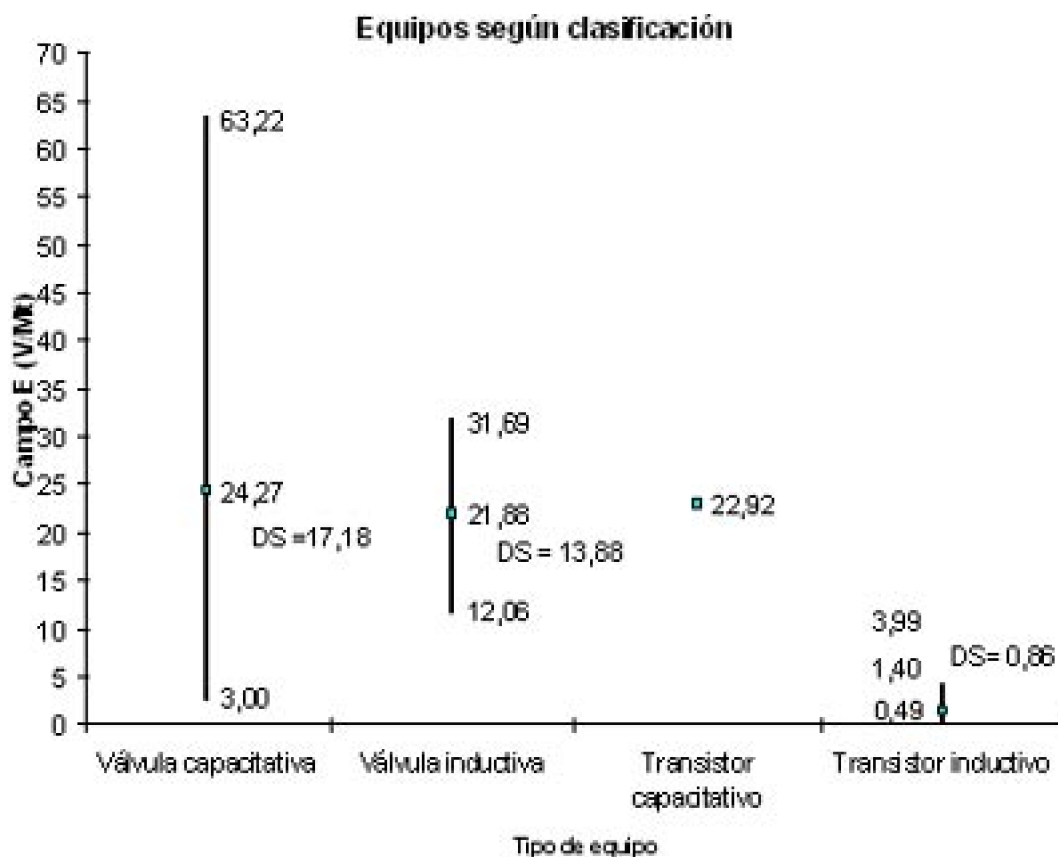


Figura 2. Gráfico de los valores de Media y línea de rango de los equipos según forma de producción y entrega de ondas.

Los equipos con válvula - capacitivos presentaron las mayores intensidades de campo E (entre ellos el equipo que sobrepasa la recomendación ocupacional) y las DS de mayor valor. Les siguió en intensidad el equipo transistor - capacitivo, continuando (de mayor a menor intensidad de campo E) los equipos de válvula - inductivos, que además presentaron la segunda mayor DS y finalmente los equipos que emitieron la menor intensidad de campo E al ambiente, los equipos de transistor - inductivos.

Área Norte

Tabla 3. Estadística descriptiva CDT Eloísa Díaz.

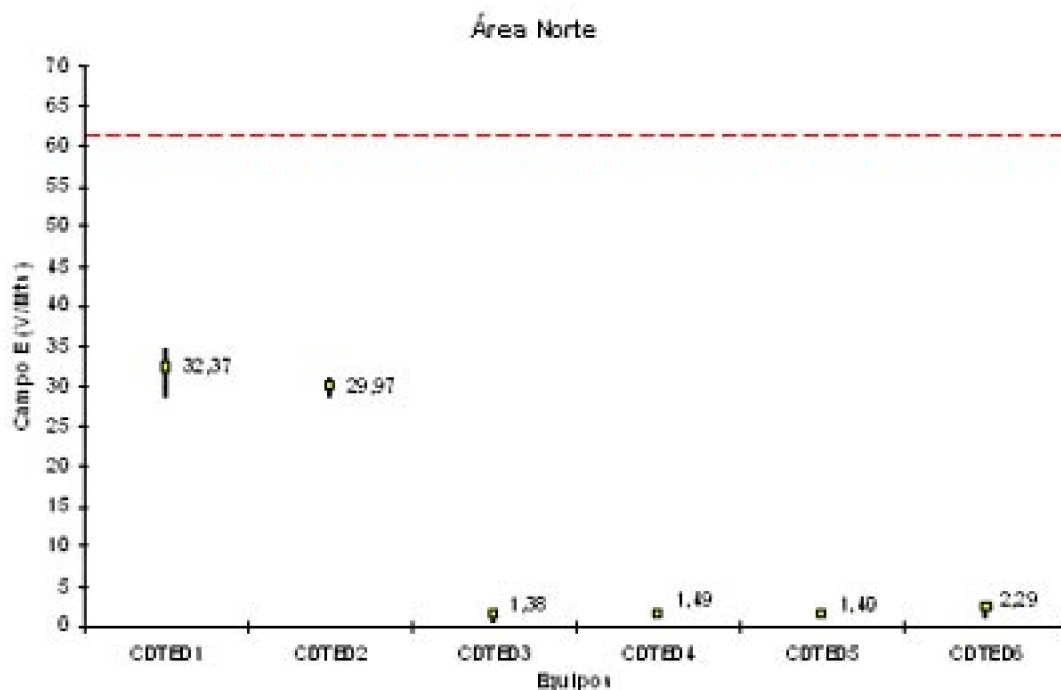


Figura 3. Gráfico de los valores de Media y línea de rango de los equipos del Área Norte. (Línea punteada es el valor de la recomendación ICNIRP 61 V/Mt.)

El Centro presentó 2 equipos (CDTED1 y CDTED2) cuyos valores de Intensidad de campo E destacan del resto de los equipos del área por sus valores mayores, sin embargo no sobrepasaron el valor ocupacional de la recomendación. Adicionalmente el primer equipo mencionado presenta la mayor DS del grupo.

Area Oriente

Tabla 4. Estadística descriptiva Instituto de Neurocirugía

Centro	Instituto de Neurocirugía						
Equipo	Media	N. de C. (95%)	DS	Máx	Mín	Rango	Cumple
HN1	12,06	0,14	0,98	14,64	9,70	4,94	Si
HN2	63,22	0,57	3,87	68,27	40,75	27,52	No
HN3	24,58	0,08	0,57	26,99	22,07	4,92	Si
HN4	35,83	0,03	0,23	36,25	34,71	1,54	Si
					Cumplimiento:	75%	

Tabla 5. Estadística descriptiva Hospital Luis Calvo Mackenna

Centro	Hospital Calvo Mackenna						
Equipo	Media	N. de C. (95%)	DS	Máx	Mín	Rango	Cumple
HCM1	20,49	0,22	1,53	32,34	16,94	15,40	Si
HCM2	1,58	0,01	0,05	2,04	1,50	0,54	Si
					Cumplimiento:	100%	

Tabla 6. Estadística descriptiva Instituto Nacional de Rehabilitación Pedro Aguirre Cerda

Centro	Instituto de Rehabilitación PAC						
Equipo	Media	N. de C. (95%)	DS	Máx	Mín	Rango	Cumple
IPAC1	0,62	0,00	0,03	0,86	0,54	0,32	Si
					Cumplimiento:	100%	

Tabla 7. Estadística descriptiva Hospital Salvador

Centro	Hospital Salvador						
Equipo	Media	N. de C. (95%)	DS	Máx	Mín	Rango	Cumple
HS1	5,31	0,02	0,16	5,57	5,03	0,54	Si
HS2	20,92	0,05	0,34	22,44	19,18	3,26	Si
HS3	0,80	0,01	0,08	0,91	0,51	0,40	Si
HS4	5,81	0,02	0,13	6,14	5,27	0,87	Si
					Cumplimiento:	100%	

Tabla 8. Estadística descriptiva CRS Cordillera

Centro	CRS Cordillera						
Equipo	Media	N. de C. (95%)	DS	Máx	Mín	Rango	Cumple
CRSC1	0,49	0,02	0,12	1,65	0,32	1,33	Si
CRSC2	1,46	0,00	0,02	1,53	1,41	0,12	Si
					Cumplimiento:	100%	

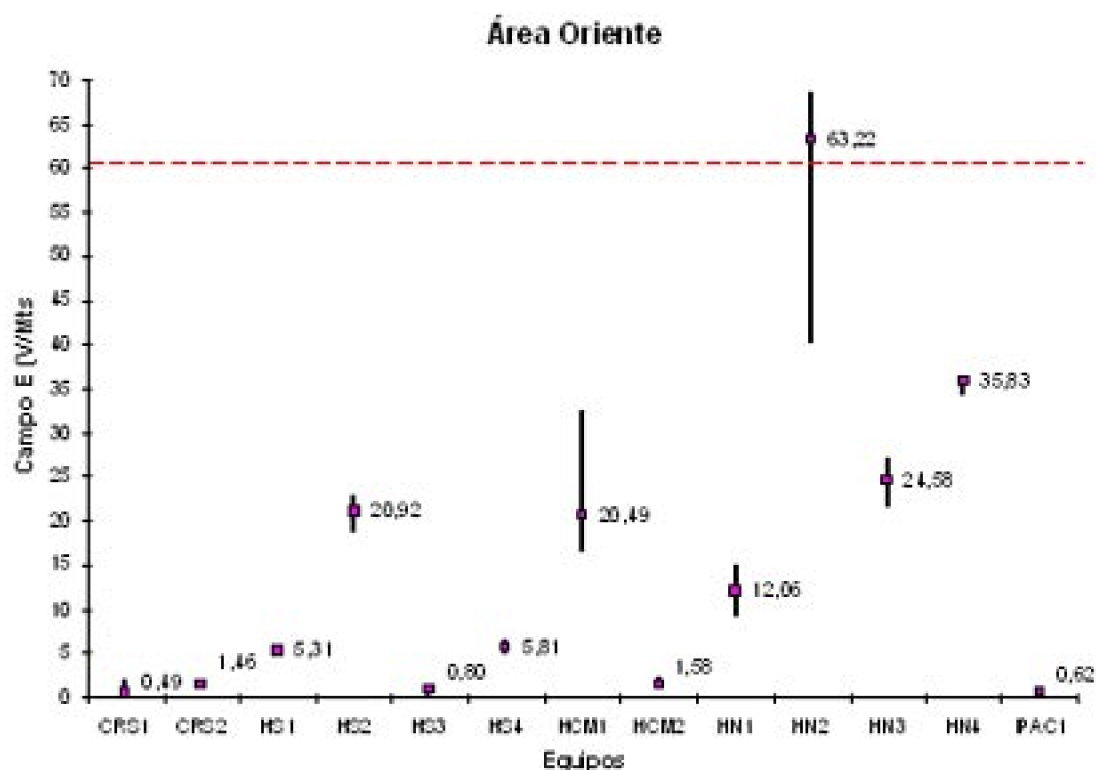


Figura 4. Gráfico de los valores de Media y línea de rango de los equipos del Área Oriente. (Línea punteada es el valor de la recomendación ICNIRP 61 V/Mt.)

Se aprecia claramente el equipo HN2 cuyo valor de intensidad de campo E sobrepasó la recomendación ocupacional, además de presentarse como el equipo de mayor DS del grupo (menor estabilidad de emisiones). Destacamos que éste equipo es un Siemens Ultratherm 303, modelo único y aún en funcionamiento en la Región Metropolitana. Le siguieron en intensidad los equipos HN4, HN3, HS2 y HCM1. El resto de los equipos del área presentaron valores bajos de campo E y alta estabilidad en sus emisiones. En ésta área se presentó el equipo de menor emisión de campo E de la población, el CRS1 con una media de 0,49 V/Mt.

Área Centro

Tabla 9. Estadística descriptiva Hospital Asistencia Pública

Centro	Hospital Asistencia Pública						
Equipo	Media	N. de C. (95%)	DS	Máx	Mín	Rango	Cumple
HAP1	5,02	0,05	0,34	5,76	4,16	1,60	Si
HAP2	28,77	0,05	0,33	29,51	27,01	2,50	Si
HAP3	6,21	0,16	1,08	10,35	4,30	6,05	Si
HAP4	6,79	0,01	0,08	6,98	6,26	0,72	Si
HAP5	13,70	0,24	1,67	15,17	4,58	10,59	Si
						Cumplimiento:	100%

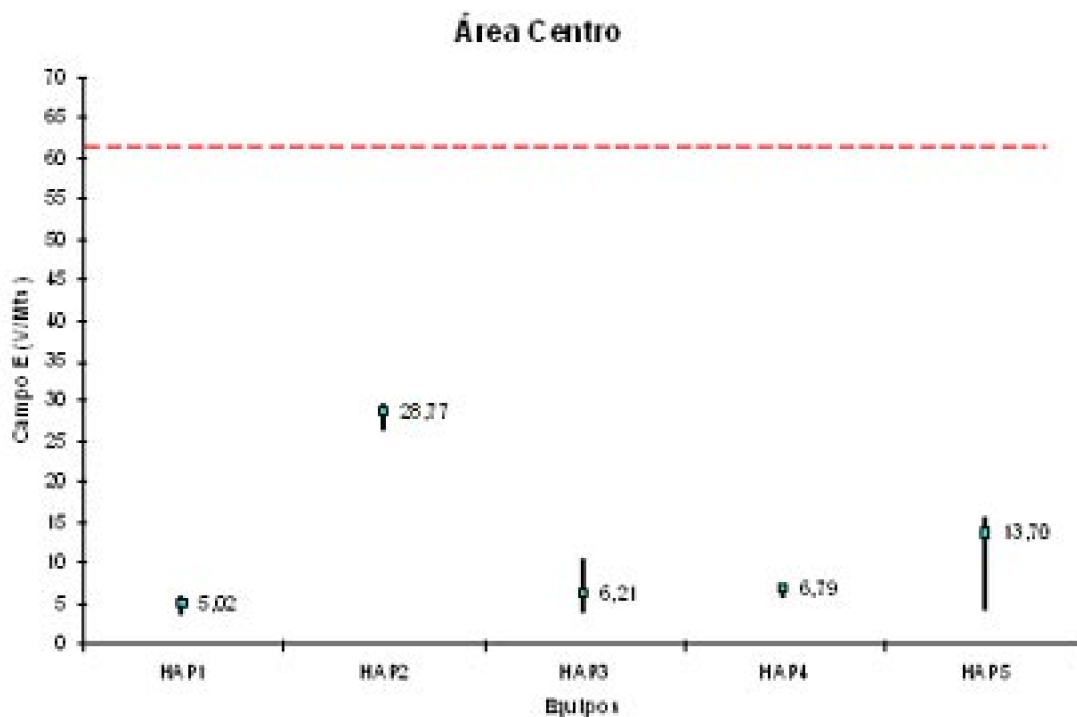


Figura 5. Gráfico de los valores de Media y línea de rango de los equipos del Área Centro. (Línea punteada es el valor de la recomendación ICNIRP 61 V/Mt.)

La intensidad de campo E más alta del grupo fue la emitida por el equipo HAP2. El equipo que presentó la mayor DS fue el HAP5, con emisiones más inestables que las del resto de los equipos del área.

Área Occidente

Tabla 10. Estadística descriptiva Hospital Félix Bulnes

Centro	Hospital Félix Bulnes						
Equipo	Media	N. de C. (95%)	DS	Máx	Mín	Rango	Cumple
HFB1	27,42	0,03	0,23	28,16	27,05	1,11	Si
						Cumplimiento:	100%

Tabla 11. Estadística descriptiva Hospital San Juan de Dios

Centro	Hospital San Juan de Dios						
Equipo	Media	N. de C. (95%)	DS	Máx	Mín	Rango	Cumple
HSJD1	3,56	0,02	0,12	3,73	2,94	0,79	Si
HSJD2	35,66	0,02	0,16	36,03	35,27	0,76	Si
HSJD3	1,63	0,00	0,01	1,67	1,60	0,07	Si
HSJD4	4,48	0,00	0,03	4,59	4,41	0,18	Si
						Cumplimiento:	100%

Tabla 12. Estadística descriptiva CRS Salvador Allende

Centro	CRS Salvador Allende						
Equipo	Media	N. de C. (95%)	DS	Máx	Mín	Rango	Cumple
CRSSA1	0,63	0,00	0,02	0,68	0,59	0,09	Si
CRSSA2	0,72	0,01	0,05	0,94	0,51	0,43	Si
						Cumplimiento:	100%

Tabla 13. Estadística descriptiva Instituto Traumatológico

Centro	Instituto Traumatológico						
Equipo	Media	N. de C. (95%)	DS	Máx	Mín	Rango	Cumple
IT1	52,80	0,05	0,31	53,45	51,63	1,82	Si
IT2	47,04	0,52	3,58	54,43	35,17	19,26	Si
IT3	43,30	0,04	0,26	43,94	42,31	1,63	Si
IT4	2,70	0,09	0,58	3,80	1,12	2,68	Si
IT5	40,45	0,26	1,78	51,54	34,36	17,18	Si
						Cumplimiento:	100%

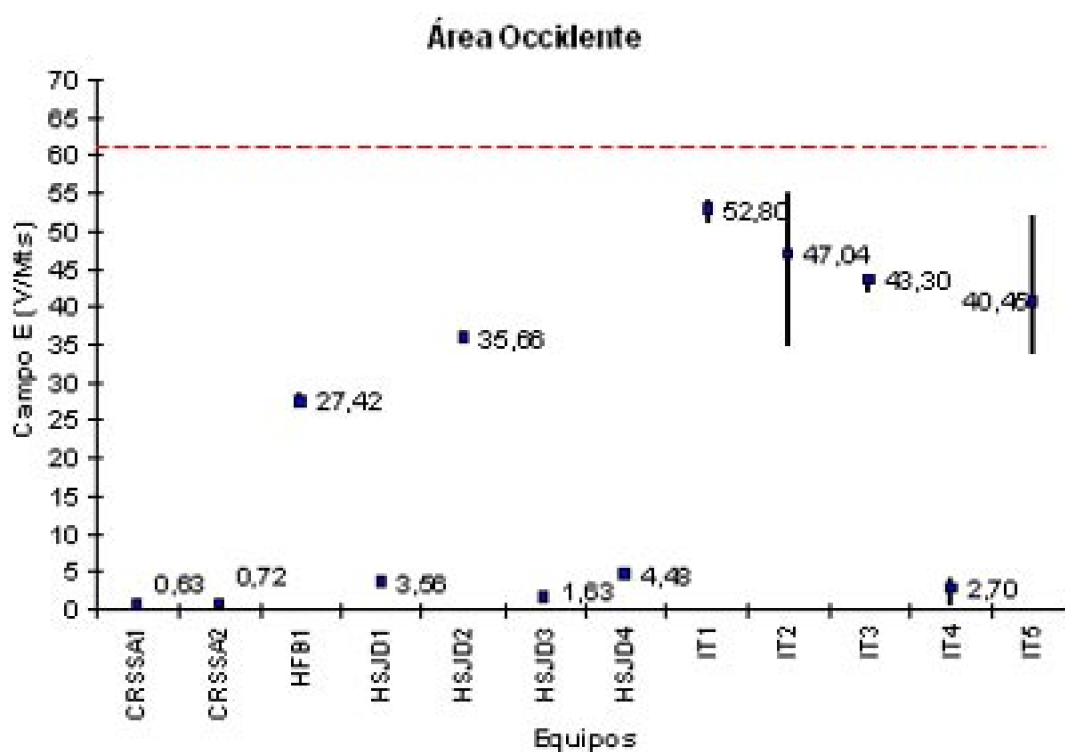


Figura 6. Gráfico de los valores de Media y línea de rango de los equipos del Área Occidente. (Línea punteada es el valor de la recomendación ICNIRP 61 V/Mt.)

En esta área encontramos 4 equipos (todos de un mismo centro) cuyos valores de Intensidad de campo E superaron ampliamente la media poblacional. De ellos, el IT2 e IT5 presentaron las mayores DS del grupo. Los equipos HSJD2 y HFB1 también destacaron por sus valores altos de campo E, sin embargo ambos presentaron alta estabilidad de emisiones. El resto de los equipos presentaron valores de campo E y DS bajos.

Área Sur-oriente

Tabla 14. Estadística descriptiva CDT Juan Pefaur

Centro	CDT Juan Pefaur						
Equipo	Media	N. de C. (95%)	DS	Máx	Mín	Rango	Cumple
CDTJP1	8,50	1,03	7,06	24,84	1,71	23,13	Si
CDTJP2	33,82	0,25	1,69	35,80	27,06	8,74	Si
CDTJP3	46,96	0,05	0,34	49,41	46,05	3,36	Si
CDTJP4	3,99	0,01	0,07	4,37	3,65	0,72	Si
						Cumplimiento:	100%

Tabla 15. Estadística descriptiva Hospital San José de Maipo

Centro	Hospital San José de Maipo						
Equipo	Media	N. de C. (95%)	DS	Máx	Mín	Rango	Cumple
HSJM1	3,00	0,00	0,02	3,03	2,95	0,08	Si
						Cumplimiento:	100%

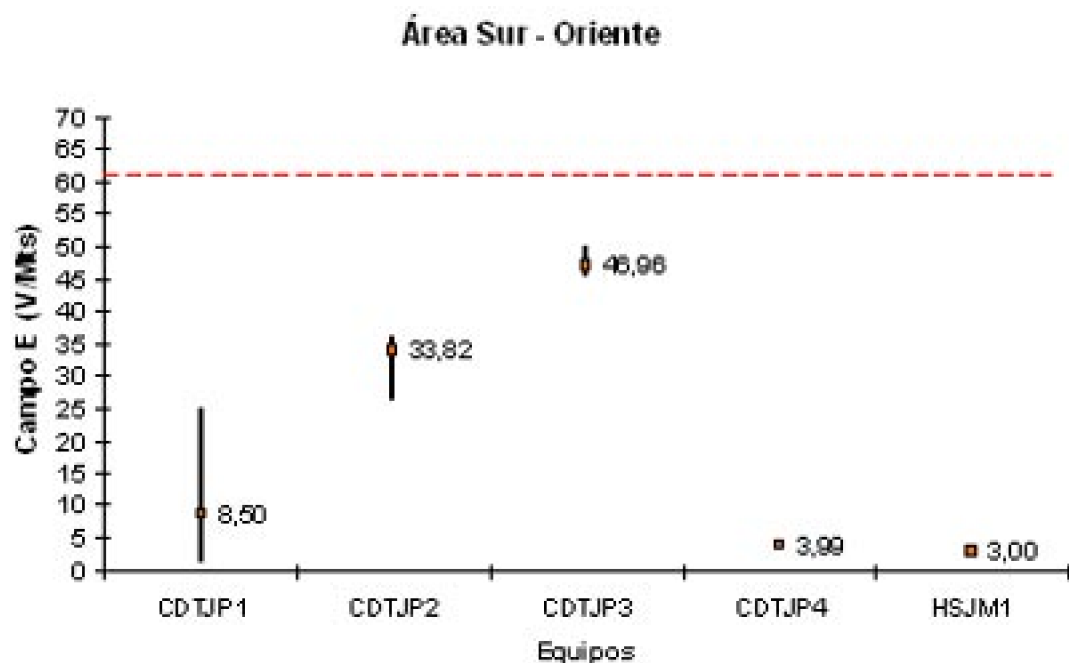


Figura 7. Gráfico de los valores de Media y línea de rango de los equipos del Área Sur-Oriente. (Línea punteada es el valor de la recomendación ICNIRP 61 V/Mt.)

En ésta área encontramos el equipo con mayor DS (más inestable) de la población (CDTJP1), sin embargo éste promedió una intensidad de campo E bastante bajo. El equipo CDTJP3 presentó los valores más altos de campo E, seguido del equipo CDTJP2.

Área sur

Tabla 16. Estadística descriptiva CDT Barros Luco

Centro	CDT Barros Luco						
Equipo	Media	N. de C. (95%)	DS	Máx	Mín	Rango	Cumple
CDTBL1	13,16	0,08	0,58	14,35	10,88	3,47	Si
CDTBL2	31,69	0,04	0,24	32,85	31,13	1,72	Si
CDTBL3	22,92	0,08	0,57	23,97	21,55	2,42	Si
CDTBL4	1,30	0,00	0,01	1,36	1,26	0,10	Si
CDTBL5	1,26	0,01	0,05	1,34	1,05	0,29	Si
						Cumplimiento:	100%

Tabla 17. Estadística descriptiva CRS El Pino

Centro	CRS El Pino						
Equipo	Media	N. de C. (95%)	DS	Máx	Mín	Rango	Cumple
CRSEP1	20,39	0,03	0,21	20,78	19,73	1,05	Si
						Cumplimiento:	100%

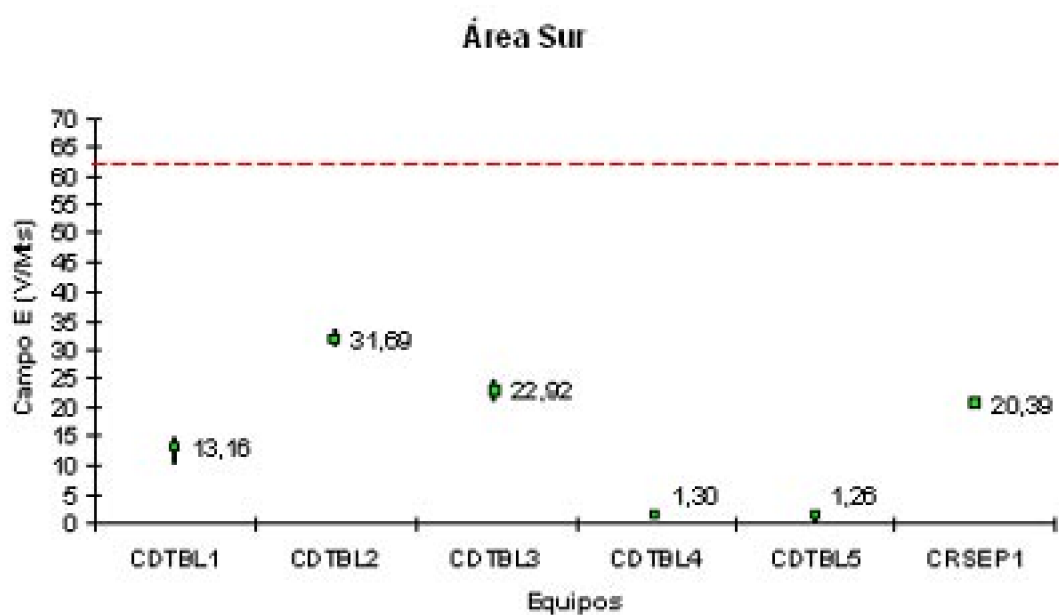


Figura 8. Gráfico de los valores de Media y línea de rango de los equipos del Área Sur.
(Línea punteada es el valor de la recomendación ICNIRP 61 V/Mt.)

En ésta área encontramos 3 equipos (CDTBL2, CDTBL3 y CRSEP1) cuyos valores de campo E fueron más altos que los del resto del grupo, sin embargo no alcanzan el valor ocupacional establecido por la recomendación. Destacamos que todos los equipos del área presentaron una alta estabilidad de emisiones.

Total región metropolitana

Cumplimiento Relativo en Región Metropolitana

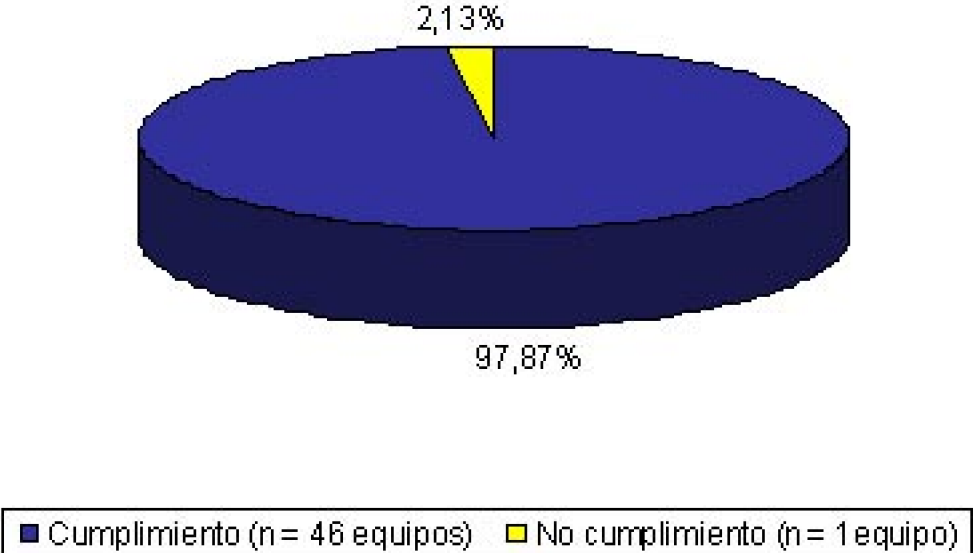


Figura 9. Gráfico circular del cumplimiento de recomendación ICNIRP en RM.

Conclusión

- La población de equipos se descompone en un 60% (28 unidades) de equipos que generan la onda corta con válvula triodo y entregan su energía en forma capacitativa, un 4% (2 equipos) con válvula y campo inductivo, un 2% (1 equipo) que genera con transistor y entrega en forma capacitativa y un 34% (16 equipos) con transistor e inductiva.
- Los promedios de intensidad de campo E obtenidos en la población estudiada fluctuaron entre $0,49 \pm 0,12$ y $63,22 \pm 3,87$ V/Mt (extremos registrados en el Área Oriente), con un nivel de confianza del 95% y un n de 180 mediciones por equipo.
- Cada medición particular es altamente homogénea, lo que se traduce en intervalos de confianza bastante pequeños (< 1 a dos colas), a excepción del equipo CDTJP1 cuyos promedios espaciales fueron de un rango muy amplio, expresado en una DS de 7,06 que sobrepasa ampliamente el promedio de DS poblacionales (< 2 DS). Los valores medidos en este equipo variaron en más de 20 V/Mt, lo que se podría explicar por una falta de calibración constatada verbalmente con el Jefe de Servicio. Las mediciones de los equipos HN2 e IT2 también presentaron una menor homogeneidad, expresado en $DS > 2$, rangos amplios y elevadas intensidades de campo (> 47 V/Mt).
- En orden de mayor a menor intensidad promedio, los equipos con válvula - capacitativos obtuvieron los valores de intensidad de campo más altos con un promedio de 24,27 V/Mt, DS 17,18 y un rango entre 3,00 y 63,22 V/Mt. El equipo con

transistor - capacitativo promedió 22,92 V/Mt. Los equipos con válvula – inductivos presentaron un promedio de 21,88 V/Mt, DS 13,88 y rango entre 31,69 y 12,06 V/Mt. Finalmente los transistorizados - inductivos obtuvieron un promedio de 1,40 V/Mt, DS 0,86 con máximo de 3,99 y mínimo de 0,49 V/Mt.

- El 97.87 % (46 equipos) de los equipos cumple con la recomendación ICNIRP ocupacional a 1 Mt. del foco de emisión (Medias independientes con N. de C. 95%).
- El equipo HN1 obtuvo un promedio de 63,22 V/Mt, rango entre 40,75 y 68,27 V/Mt e intervalo crítico al 95% desde 62,65 a 63,79 V/Mt, siendo el único equipo que no cumplió la recomendación ICNIRP ocupacional, constituyendo el 2,13% de no cumplimiento en la RM.

Discusión

Los resultados arrojan que el 97,87% de los equipos cumple con la recomendación ICNIRP, sin embargo debemos destacar que las mediciones se realizaron a 1 metro del foco de emisión y de acuerdo con la “Ley de los Cuadrados Inversos”, la intensidad de campo a distancias menores son más altas. Debido a esto es importante analizar cual es la posición efectiva del Kinesiólogo durante la aplicación de ondas cortas, ya que el cumplimiento de la norma en distancia inferiores a 1 Mt sería menor.

La tendencia general en los servicios con más de un equipo de onda corta es ubicarlos en boxes vecinos a distancias inferiores a 1 Mt, separados por cortinas o estructuras de material ligero. Al poner en funcionamiento los equipos bajo estas condiciones, se crea una sumación temporal y espacial de las intensidades de campo que pueden superar los límites de la recomendación (aunque el registro independiente en cada equipo cumpla con la misma). Esta situación se encontró en servicios como Instituto Traumatológico, Hospital de Neurocirugía, CDT Barros Luco, CDT Eloísa Díaz y CDT Juan Pefaur. Es necesario que los operadores actualicen sus conocimientos con respecto a medidas de seguridad y uso correcto de equipos de onda corta, ya que sólo se ponen en práctica en el CDT Juan Pefaur (advertencias de apagar celulares, usar camillas y sillas de madera).

Otra gran falencia es la no calibración ni mantenimiento anual de los equipos de Onda Corta, que sólo son revisados (en servicios técnicos no autorizados) cuando no encienden o no emiten.

Ante la situación ocupacional actual en los Servicios de Salud Pública de la Región

“Medición de la intensidad de campo eléctrico de los equipos de onda corta en uso en los Servicios de Salud Pública Metropolitana de Kinesiología y Medicina Física y Rehabilitación el

Metropolitana es fundamental que las autoridades correspondientes realicen gestión y velen por condiciones básicas de seguridad para los trabajadores del Área Salud.

Proyecciones

- Esta investigación da nuevos lineamientos para estudios ocupacionales en múltiples equipos de fisioterapia e incentiva la realización de estudios experimentales respecto a los efectos biológicos de las RNI. En este ámbito plantemos grupos de investigadores multidisciplinarios, pues el tema involucra diversas áreas científicas.
- Los resultados de este estudio y los que se realicen a futuro en el tema, son los fundamentos para realizar fisioterapia bajo el concepto de medicina basada en la evidencia, y constituyen la base para el desarrollo de normas ocupacionales a nivel nacional.
- En múltiples aplicaciones de electroterapia (onda corta, microonda, infrarrojos, etcétera) el Kinesiólogo no tiene un puesto de trabajo efectivo (no se mantiene en una ubicación determinada al hacer la terapia) por lo tanto, se somete a una cantidad de radiación similar a la recibida por el resto de las personas (no-tratantes, pacientes, familiares de los pacientes dentro del servicio). Sería atingente analizar su situación desde un punto de vista no ocupacional al momento de determinar su nivel de exposición a radiaciones no ionizantes.
- Sería interesante hacer estudios de campo magnético (H) en el campo cercano, ya que existe gran interés por la investigación de los efectos biológicos que éste produce en el ser humano. La limitante para llevarlo a la práctica en la Región Metropolitana es que la sonda para campos magnéticos aún no está disponible.
- Una propuesta de investigaciones futuras se detalla en el apéndice 5.

BIBLIOGRAFÍA

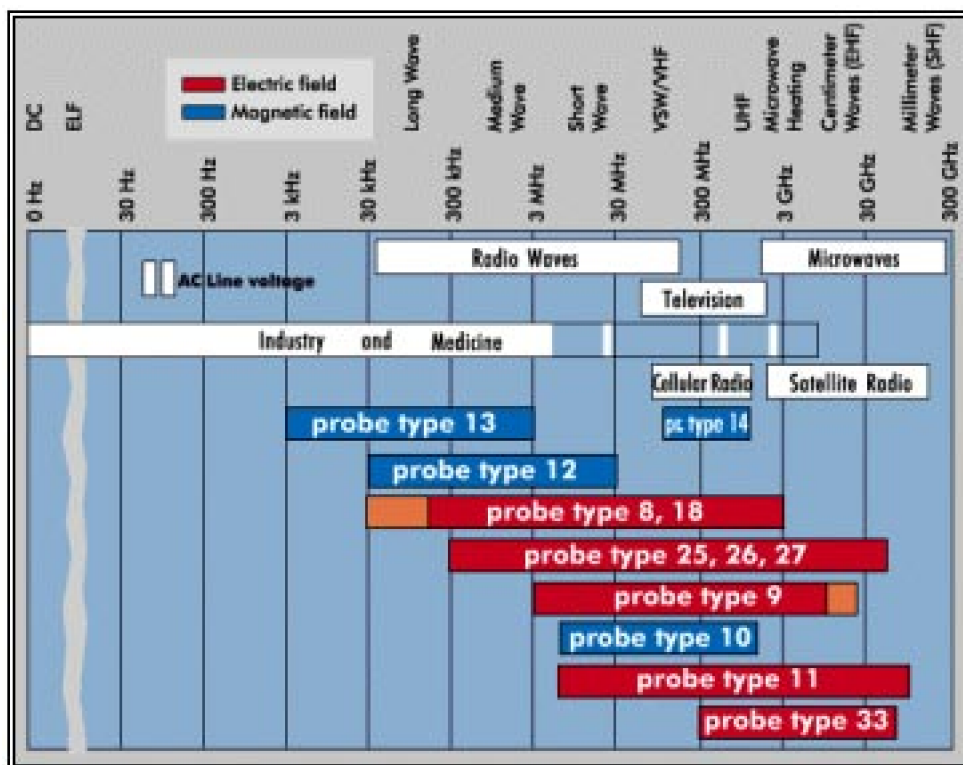
- Allen S, Bernhardt J, Grandolfo M, Mariutti C, Matthes R, McKinlay A, Steinmetz M, Vecchia P, Whillock M. "Proposals for basic restrictions for protection against occupational exposure to electromagnetic non-ionizing radiations. Recommendations of an International Working Group set up under the auspices of the Commission of the European Communities". *Phys. Med*; 7:77-89; 1991.
- Bassen H, Coakley R. "United States radiation safety and regulatory considerations for radiofrequency hyperthermia systems". *Journal of Microwave Power*; 16:215-26; 1981.
- Beiser A. "Schaum Física Aplicada". Segunda Edición. México DF: McGraw-Hill. 1991.
- Bergqvist U. "Work with Display Units '92 Selected Proceedings of the 3rd International Conference WWDO '92". Berlin 1992.
- Brusick D, Albertini R, McRee D, Peterson D, Williams G, Hanawalt P, Preston J. "Genotoxicity of radiofrequency radiation. DNA/Genetox Expert Panel". *Environ Mol Mutagen*; 32(1):1-16; 1998.
- Brown P, Hadley J, Richardson L, Bright D, Porter D. "Evaluation of reproductive function of female rats exposed to radiofrequency fields (27.12 MHz) near a shortwave diathermy device". *Health Physics*; 56(4):521-5; 1989.
- Carci. "Reabilitacao física e fisioterapia. Catálogo de productos". Sao Paulo. 1999.
- Cox C, Murray W, Foley EP. "Occupational exposures to radiofrequency radiation

- (18-31 MHz) from F dielectric heat sealers”. American Industry Hygienist Association Journal; 43(3):149-53; 1982.
- European Prestandard ENV 50166-2. “Human Exposure to Electromagnetic Fields: High Frequencies (10 kHz to 300 GHz)”, CENELEC, 1995. Disponible en CENELEC Central Secretariat: rue de Stassart 35 B-1050, Brussels, Belgium.
- Fedorowski A, Steciwko A. “Electrosmog as a health risk factor: sources of artificial electromagnetic fields, evaluation of health risk, prevention methods”. Med Pr; 48(5):507-19; 1997.
- Florderus B, Stenlund C, Carlgren F. “Occupational exposures to high frequency electromagnetic fields in the intermediate range (>300Hz-10 MHz)”. Bioelectromagnetics; 23:568-77; 2002.
- Gandhi O. “Some numerical methods for dosimetry: extremely low frequencies to microwave frequencies”. Radio Science; 30:161-177; 1995.
- Hamburger S, Logue JN, Silverman PM. “Occupational exposure to non-ionizing radiation and an association with heart disease: an exploratory study”. Journal Chronic Disease; 36(11):791-802; 1983.
- Hernández R, Fernández C, Baptista L. “Metodología de la Investigación”. Segunda Edición. México DF: McGraw-Hill. 1998.
- Proyecto EMF (Electric & Magnetic Fields). Organización Mundial de la Salud (WHO). 2002.
- ICNIRP. “Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz)”. Health Physics; 74(4):494-522; 1998.
- Irmak M, Oztas E, Yagmurca M, Fadillioglu E, Bakir B. “Effects of electromagnetic radiation from a cellular telephone on epidermal Merkel cells”. Journal of Cutaneous Pathology; 30(2):135-8; 2003.
- Laughrey MS, Grayson JK, Jauchem JR, Misener AE. “Radio frequency radiation exposure of the F-15 crewmember”. Aviat Space Environ Med; 74(8):851-7; 2003
- Lehmann J. “Therapeutic Heat and cold”. Baltimore: Ed. Williams & Wilkins.1982.
- LErman Y, Jacobovich R, Green MS. ”Pregnancy outcome following exposure to shortwaves among female physiotherapists in Israel”. American Journal of Industrial Medicine; 39(5):499-504; 2001.
- Maes A, Collier M, Verschaeve L. “Cytogenetic investigations on microwaves emitted by a 455.7 MHz car phone”. Folia Biol; 46(5):175-80; 2000.
- Mena M, San Martín P. “Caracterización de recursos físicos de equipamiento y humanos existentes en servicios de medicina física y rehabilitación y unidades de kinesiología de los hospitales públicos, CDT y CRS de la región metropolitana y las percepciones de sus funcionarios el año 2002”. Tesis conducente a licenciatura en Kinesiología. Universidad de Chile.2002.
- Ministerio de Salud Chile. “Decreto supremo 594”. D.S. N°201 del 27 de abril de 2001. En diario oficial N°37.003, del 5 de julio de 2001.
- Ouellet-Hellstrom R, Stewart W. ”Miscarriages among female physical therapists who report using radio- and microwave-frequency electromagnetic radiation”. American Journal of Epidemiology; 15:775-86; 1995.

-
- Pachocki K, Gajewski A. "Exposure to electromagnetic fields and risk of leukemia". *Rocz Panstw Zakl Hig*; 42:217-21; 1991.
- Real Academia Española. "Diccionario de la Lengua Española". Tomo 2. Vigésima Segunda Edición. España: RAE. 2001.
- Rodríguez M. "Electroterapia en fisioterapia". Madrid: Ed. Panamericana. 2000.
- Rodríguez M. "News". En "Electromedicarín"; 7; 1998.
- Sendra F. "Onda Corta". En Martínez M, Pastor JM. "Manual de medicina física". Primera edición. Madrid: Ed. Harcourt Brace. 1998.
- Stuchly M, Stuchly S. "Experimental Radio and Microwave dosimetry". En Polk C, Postow E. "CRC Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields". Segunda Edición. Raton.1996.
- Taskinen H, Kyyronen P, Hemminki K. "Effects of ultrasound, shortwaves, and physical exertion on pregnancy outcome in physiotherapists". *Journal of Epidemiology Community Health*; 44(3):196-201; 1990.
- Tzima E, Martin CJ. "An evaluation of safe practices to restrict exposure to electric and magnetic fields from therapeutic and surgical diathermy equipment". *Physiol Meas*; 15(2):201-16; 1994.
- Wandel y Golterman GMBH&Co. "Detectores de radiación EMR-20, EMR-30". Alemania. 2003.
- WHO. "Health Effects of Radiofrequency Fields Based on: Environmental Health of Electromagnetic Fields (300 Hz to 300 GHz)". Geneva, 1993.

Anexos

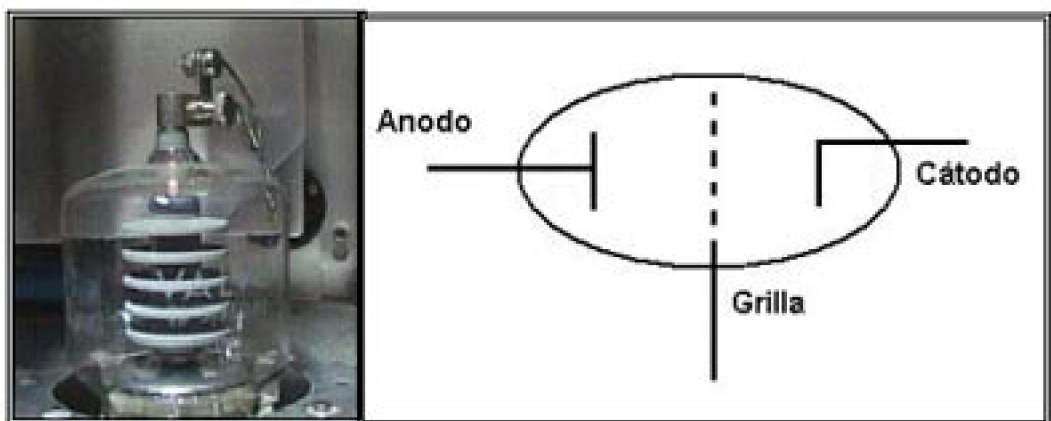
Anexo 1. Tipos de sonda a utilizar según la frecuencia del campo eléctrico a medir



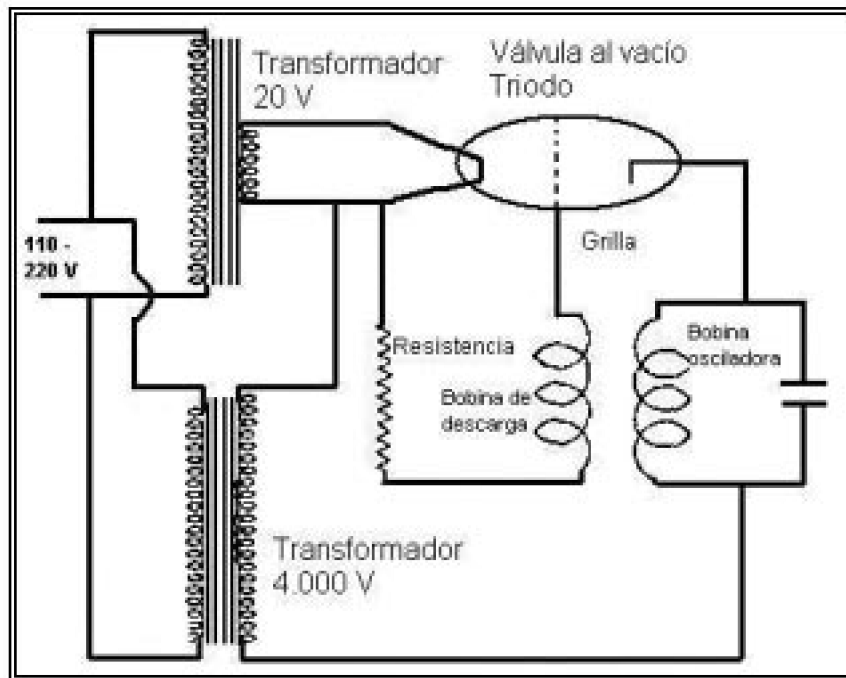
Anexo 2. Equipo Wandel & Goltermann EMR 30 con sondas



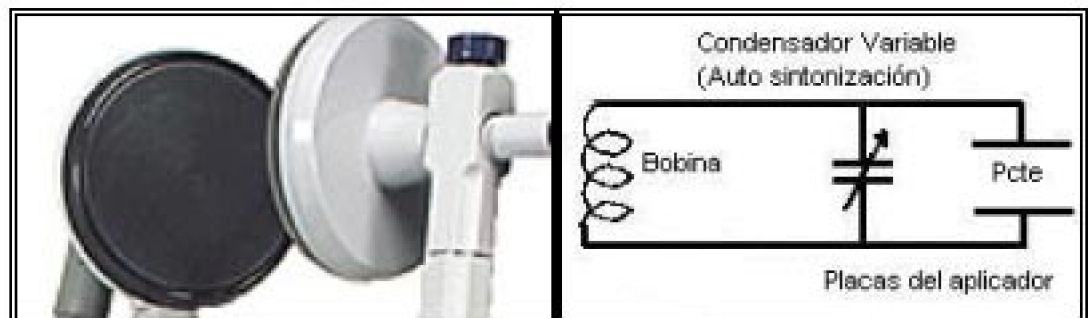
Anexo 3. Válvula triodo. Fotografía y modelo de circuito eléctrico.



Anexo 4. Circuito LC primario u oscilante clásico.



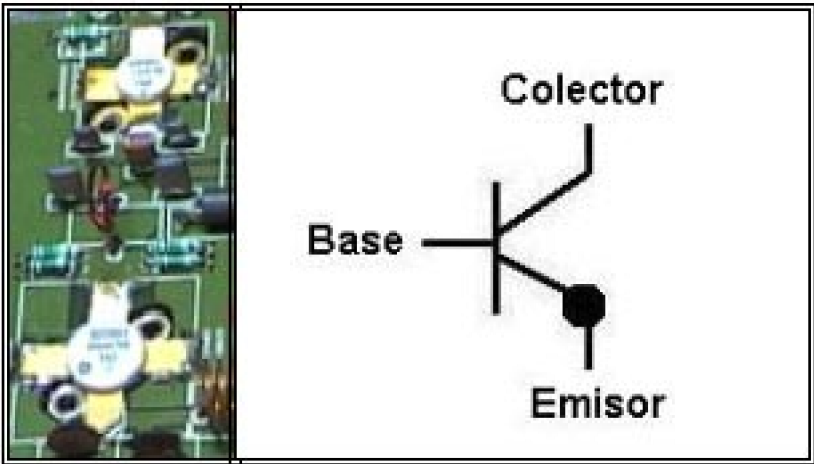
Anexo 5. Circuito LC secundario capacitativo. Fotografía y esquema eléctrico.



Anexo 6. Circuito LC secundario inductivo. Fotografía (distintos formatos) y modelo eléctrico.



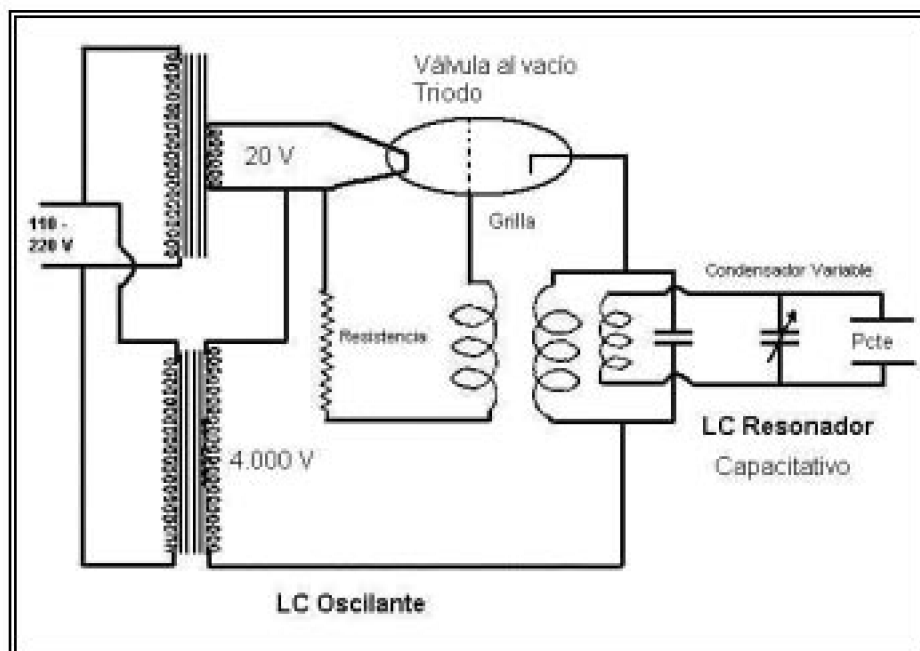
Anexo 7. Transistor. Fotografía y esquema eléctrico.

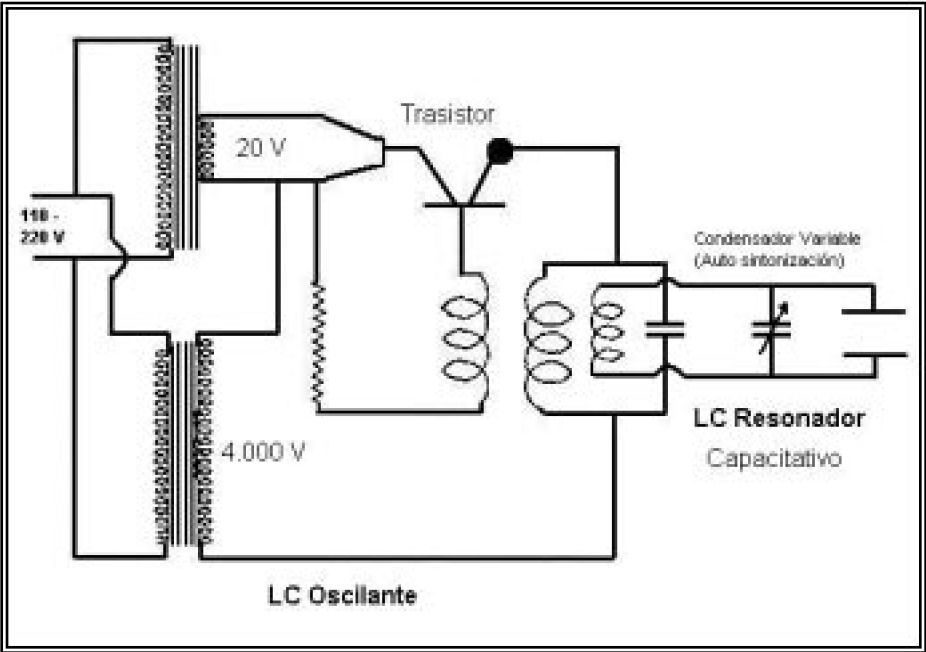


Anexo 8. Evolución estructura interna. Circuito antiguo (válvula) y moderno (transistor en tarjeta).

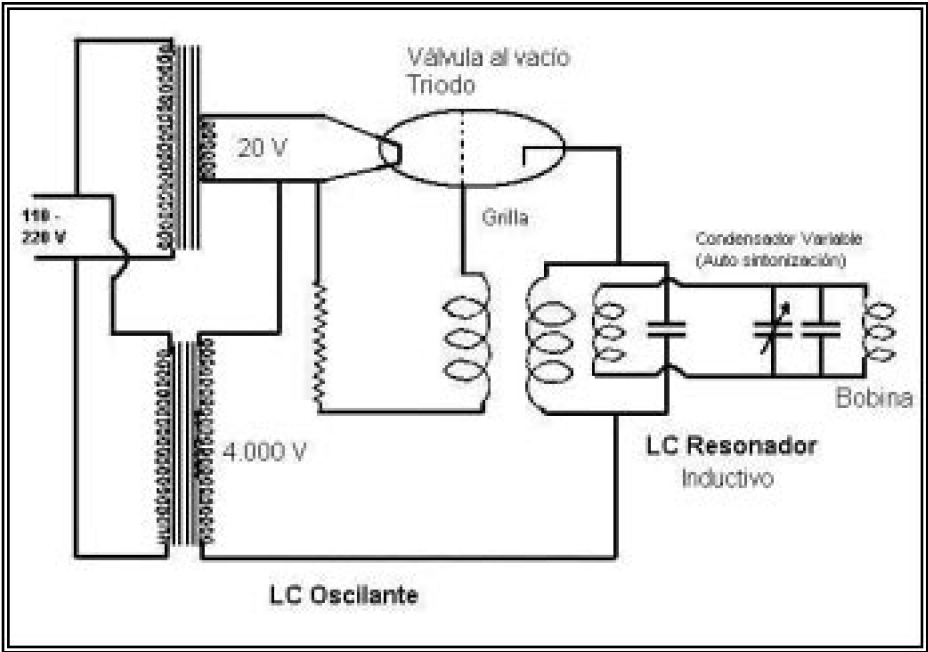


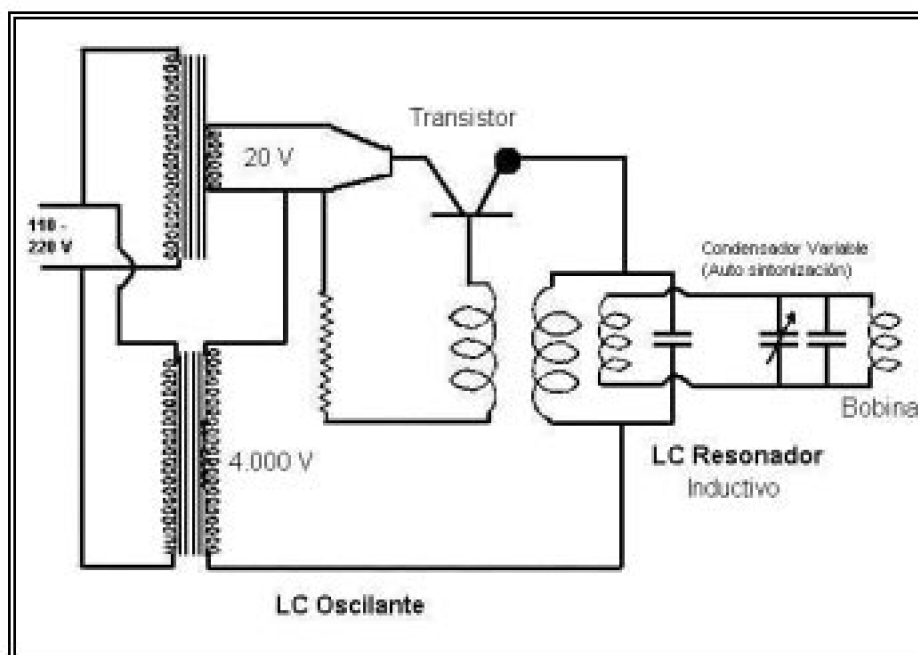
Anexo 9. Onda corta clásica capacitativa y onda corta moderna capacitativa.





Anexo 10. Onda corta clásica inductiva y onda corta moderna inductiva.





Anexo 11. Posicionamiento de los componentes del equipo de onda corta antes de la medición



Apéndice

Apéndice 1. Servicios de Salud Publica donde se medirá, número de equipos onda corta en cada uno y área:

CDT Eloísa Díaz.	6	Norte
Hospital Calvo Mackenna.	2	Oriente
CRS Cordillera.	2	Oriente
Hospital Salvador.	4	Oriente
Instituto de Neurocirugía.	4	Oriente
Instituto de Rehabilitación PAC	1	Oriente
Hospital de Asistencia Pública.	5	Centro
CDT San Juan de Dios.	4	Occidente
CRS Salvador Allende.	2	Occidente
Hospital Félix Bulnes.	1	Occidente
Instituto Traumatológico.	5	Occidente
Hospital San José de Maipo.	1	Sur oriente
CDT Juan Pefaur	4	Sur oriente
CDT Barros Luco	5	Sur
CRS El Pino.	1	Sur

Total de Servicios: 15

Total de Equipos: 47

Apéndice 2. Hoja de recolección de datos y resultados de los equipos

	Centro:		Fecha:					
	Área:			Tipo		Cumple		
Nº	Marca	Modelo	Nº Inventario	Cap	Ind	Si o No	Archivo	Detalles
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

Apéndice 3. Medición en terreno.



Apéndice 4. Codificación y descripción de equipos.

ID Equipo	Marca	Modelo	N° Inventario	Voto	Pres	Exp	Ed	Delimita	Centro	Form
01-001-01	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-02	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-03	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-04	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-05	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-06	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-07	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-08	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-09	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-10	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-11	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-12	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-13	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-14	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-15	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-16	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-17	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-18	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-19	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-20	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-21	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-22	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-23	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-24	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-25	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-26	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-27	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-28	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-29	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-30	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-31	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-32	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-33	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-34	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-35	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-36	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-37	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-38	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-39	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01
01-001-40	Electroson	Electroson 400	2000000000000000000	0	0	0	0	Electroson	Electroson	01

Apéndice 5. Listado de investigaciones futuras

Medición de campo E (eléctrico)

- En otros equipos de fisioterapia como microondas, láser, etc. (mediciones particulares)
- Ambiental, con 2 o más equipos en funcionamiento, como ocurre a diario dentro de los Servicios de Kinesiología. (medición grupal)
- Comparación de valores obtenidos con recomendación ocupacional y no ocupacional.

Medición de campo H (magnético), cuando la sonda para dicho fin esté en el país

- En equipos de Onda corta. (mediciones particulares)
- En otros equipos de fisioterapia.
- Ambiental, con 2 o más equipos en funcionamiento.
- Comparación de valores con recomendación ocupacional y no ocupacional.

Otros

- Correlación entre años de antigüedad de equipos e intensidad de campo E emitido.
- Correlación entre número de visitas de servicio técnico del equipo e intensidad de campo E emitido.
- Correlación entre años de antigüedad de equipos e intensidad de campo H emitido.
- Correlación entre número de visitas de servicio técnico del equipo e intensidad de campo H emitido.
- Correlación entre licencias médicas del personal sanitario de los Servicios de Kinesiología y número de equipos (emisores de RNI) del servicio.