



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE Y LA SALUD
POSGRADO: ESPECIALIZACIÓN EN HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

“Determinación de niveles de exposición de radiaciones no ionizantes en el personal de la Delegación Centro de la Municipalidad de Cipolletti y propuestas de solución de posibles puntos calientes”.

Estudiante:

Fernández, María Lidia

Director:

Elizondo, Ángel Eduardo

Noviembre 2023

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar los niveles de Radiaciones No Ionizantes (RNI) y la tasa de absorción (SAR) a la que están expuestos los empleados de la delegación centro del municipio de Cipolletti.

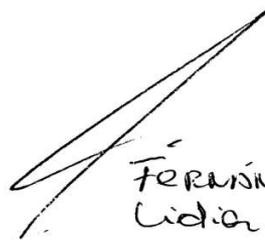
En la primera etapa de la investigación se realizó un relevamiento del edificio y de las infraestructuras de telecomunicaciones presentes en el edificio y alrededores, a través de observaciones visuales y fotográficas, dichas observaciones permitieron una ubicación aproximada de las antenas en la zona monitoreada. Posteriormente se realizaron las mediciones testimoniales, es decir, con precisión pero con instrumento sin calibración actualizada, de campo eléctrico y densidad de potencia de radiaciones electromagnética no ionizante a fin de poder calcular el SAR. Al mismo tiempo se llevaron a cabo encuestas a los empleados que concurren diariamente a su jornada laboral, lo que permitió recopilar datos por medio de un cuestionario previamente diseñado.

La presente investigación determina que los empleados municipales que realizan sus labores en el Edificio Cipolletti se encuentran sobreexpuestos a las radiaciones electromagnéticas según los límites establecidos por la normativa nacional. No obstante no podemos determinar que tendrán afectación a la salud a largo plazo relacionados a dicha exposición ya que los límites de exposición de a RNI fueron establecidos considerando solo los efectos térmicos (agudos) que la sobreexposición provoca sumado que aún está en estudio la relación entre la exposición a las RNI durante largos periodos de tiempo y la aparición de degeneración en los tejidos. No obstante cabe destacar que el porcentaje de empleados municipales que permanece más de 10 años en el mismo sector es elevado por lo que podría ser objeto de estudio la relación entre la futura aparición de sintomatología aguda y crónica en empleados municipales y la exposición a las RNI. Por lo que sugiere realizar nuevas investigaciones, como estudios epidemiológicos de RNI, que tengan como punto de partida las conclusiones arribadas en esta tesis.

Palabras Claves: RNI (radiaciones No Ionizantes); SAR (Tasa de Absorción);
Exposición



Ángel
Elizondo



Fernández
Lidia

ÍNDICE

1.	<i>INTRODUCCIÓN</i>	6
2.	<i>HIPOTESIS Y OBJETIVOS</i>	9
2.1.	Hipótesis	9
2.2	Objetivos	9
2.2.1	General	9
2.2.2	Específicos	9
3.	<i>MARCO TEÓRICO</i>	9
3.1	<i>Definiciones</i>	10
3.1.1	<i>Campo Eléctrico:</i>	11
3.1.2	<i>Intensidad de Campo Eléctrico</i>	13
3.1.3	<i>Campo Magnético</i>	14
3.1.4	<i>Radiaciones</i>	16
3.1.5	<i>Regiones de Campos Electromagnéticos</i>	18
3.1.6	<i>S.A.R (tasa de absorción específica)</i>	22
3.2	<i>EFFECTOS BIOLÓGICOS</i>	24
3.2.1	<i>Efectos térmicos</i>	25
3.2.2	<i>Efectos no térmicos</i>	25
3.3	<i>MARCO NORMATIVO</i>	27
3.3.1	<i>Normativas y recomendaciones internacionales</i>	27
3.3.2	<i>Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación Argentina -Resolución N° 202/1995</i>	30
3.3.3	<i>Comisión Nacional de Comunicaciones -Resolución N° 3690/2004</i>	34
3.3.4	<i>Secretaría de Comunicaciones de la Nación (SeCom) -Resolución N° 530/2000</i>	35
3.3.5	<i>Ordenanza Código de Comercio</i>	35
4.	<i>MATERIALES Y MÉTODOS</i>	35
5.	<i>RESULTADOS</i>	44
6.	<i>ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE PUNTOS CALIENTES</i>	47
7.	<i>CONCLUSIÓN</i>	48
8.	<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	49
9.	<i>ANEXOS</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Dirección de cargas positivas y negativas.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2: Campo eléctrico</i>	<i>13</i>
<i>Figura 3: Campo Magnético ejercido entre dos cargas opuestas.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 4: Ondas en el vacío.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 5: Espectro Electromagnético.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 6: Campo cercano y campo lejano.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 7 Dirección de Irradiación de antenas.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 8: Reproducido con permiso del Ministerio de Salud y Acción Social de la República Argentina). (Skvarca & Aguirre, 2006).....</i>	<i>22</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Restricciones básicas para exposiciones a campos eléctricos y magnéticos para frecuencias hasta 10GHz</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 2: Niveles de referencia para exposición ocupacional a campos eléctricos y magnéticos.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 3: Niveles de referencia para exposición poblacional a campos eléctricos- magnéticos.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 4:-Resolución N°202/95 del Ministerio de Salud y Acción Social niveles máximos permisibles de exposición de campo eléctrico de los seres humanos.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 5: Límites de exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia. Límites de exposición poblacional,.....</i>	<i>33</i>

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1: “Límites máximos Permisibles de Campo Eléctrico” Resolución N° 202/95.....</i>	<i>33</i>
<i>Gráfico 2: “Límites Máximos Permisibles de densidad de potencia equivalente de Onda Plana S” Resolución N°202/95.....</i>	<i>34</i>
<i>Gráfico 3: Valores límite para la densidad de potencia según frecuencia (f) en Argentina.....</i>	<i>34</i>
<i>Gráfico 4: Antigüedad laboral del personal.....</i>	<i>45</i>
<i>Gráfico 5: Cantidad de modem, hornos microondas, casos de cáncer y presencia síntomas en el personal.....</i>	<i>46</i>

1. INTRODUCCIÓN

Las ciudades actuales conviven con el denominado “electrosmog”, esto es, la contaminación del ambiente con ondas electromagnéticas. Esto último ha generado la consecuente preocupación de la población que ha realizado los correspondientes reclamos ante el Concejo Deliberante de la ciudad e incluso lo ha realizado ante la Defensoría del Pueblo. Evidenciando estas situaciones y habiendo trabajado por varios años en el edificio Cipolletti, donde funciona la dependencia municipal principal, y el cual se encuentre rodeado de diferentes antenas de telecomunicaciones, surge la propuesta de realizar esta tesis. La misma tiene el objetivo principal la de determinar el nivel de radiaciones electromagnéticas no ionizantes a las que están expuestos los trabajadores municipales.

Las Radiaciones No Ionizantes (RNI) suelen interactuar con el tejido a través de la generación de calor. Los peligros dependen de la capacidad de penetración en el cuerpo humano y las características de absorción de diferentes tejidos. Todavía existe incertidumbre sobre la gravedad de los efectos de la exposición crónica a diversos tipos de RNI. En el rango de frecuencias más bajas (300 Hz a 1 MHz), las corrientes de inducción pueden interferir con el funcionamiento del sistema nervioso central. En el rango de frecuencias intermedias (100 kHz a 10 GHz), la absorción de ondas electromagnéticas genera calor. En el rango de frecuencias superiores, de 10 GHz a 300 GHz, es posible el calentamiento de los tejidos superficiales. Los efectos biológicos que resultan del calentamiento de los tejidos por las altas frecuencias (RF - radio frecuencias) se conocen como los efectos térmicos. El cuerpo tiene formas eficaces para regular su temperatura, pero si las exposiciones son demasiado intensas el cuerpo ya no puede compensarlo. A pesar de tener la energía suficiente para ionizar los átomos, los fotones de la radiación ultravioleta pueden dañar el tejido, en consecuencia las moléculas de ADN y provocar un riesgo a largo plazo de generación de cáncer. Esto debe tenerse en mente cuando se determina la exposición máxima permitida. La luz visible e infrarroja sólo produce daños a través de interacciones de alta intensidad. Los

efectos biológicos inducidos son esencialmente los mismos para ambos, pero los láseres (luz coherente) son capaces de producir mayor irradiación y pueden calentar volúmenes localizados de tejido a una temperatura lo suficientemente alta para generar cambio físico rápido. La naturaleza, el alcance y la importancia fisiológica de los efectos biológicos de la exposición a las RNI depende de muchos factores tales como la energía de la radiación incidente, frecuencia, longitud de onda, profundidad de penetración, la densidad de potencia del campo o del haz, características de la fuente de emisión, duración de la exposición, las condiciones ambientales, la orientación espacial y las características biológicas de los tejidos afectados (composición molecular, flujo de sangre, pigmentación, etc.). En general se reconoce que, excepto para la radiación óptica, hay pocos datos sobre las relaciones cuantitativas entre la exposición a diferentes tipos de RNI y las respuestas patológicas en los seres humanos. La comunidad científica y los organismos internacionales reconocen que es necesaria más investigación para mejorar nuestra comprensión del tema. Mientras tanto, el consenso es que no hay evidencia científica convincente y coherente de los efectos adversos para la salud causados por las RNI a largo plazo. Los antecedentes en distintas partes del mundo demuestran que los problemas asociados con el uso de las radiaciones no ionizantes han cobrado importancia a medida que aumenta la utilización de las fuentes que las generan. Entre estas fuentes se encuentran las líneas de transmisión de energía eléctrica, las estaciones de televisión “por aire” en las bandas de frecuencias muy altas (VHF) y ultra altas (UHF) y los sistemas de comunicación móviles por celdas, etc. (Skvarca, 2006).

Numerosos estudios, tanto en animales como en el hombre han demostrado la nocividad de las microondas (Jean Piallet, 2007).

Desde el 2002 las compañías de seguros excluyen de sus pólizas de responsabilidad civil “todos los daños o gastos de cualquier naturaleza que hayan sido causados directa o indirectamente por los campos electromagnéticos.

Las compañías aseguradoras saben que los campos electromagnéticos son capaces de provocar daños así que no pueden asegurar los riesgos, lo mismo que

tampoco pueden asegurar los riesgos nucleares, que también excluyen de sus pólizas.

La tecnología de las microondas, no generan ni agentes químicos líquidos ni efluentes gaseosos tóxicos, ni desechos radioactivos, es considerada como una tecnología propia. Representa sin embargo una molestia tanto más insidiosa en cuanto que las microondas son invisibles, incoloras e inodoras.

Las antenas de telefonía móvil, los teléfonos móviles y la tecnología inalámbrica generadora de microondas constituyen un verdadero peligro para la salud humana (Jean Piallet, 2007).

2. HIPOTESIS Y OBJETIVOS

2.1. Hipótesis

Los trabajadores municipales que desempeñan sus funciones en el edificio emplazado en el Centro de la Ciudad de Cipolletti están expuestos a radiaciones electromagnéticas por encima de los límites permitidos.

2.2 Objetivos

2.2.1 General

Evaluar la exposición a las radiaciones no ionizantes (RNI), específicamente radio frecuencia (RF) (100 KHz -300 GHz), a las que se encuentran expuestos los trabajadores del edificio municipal de la ciudad de Cipolletti y proponer alternativas de solución ante eventuales puntos calientes.

2.2.2 Específicos

1. Identificar y describir las fuentes emisoras de radiaciones no ionizantes localizadas en la azotea y alrededores del Edificio Central de la Municipalidad de Cipolletti.
2. Determinar la Tasa de Absorción Específica (SAR) a la que se encuentran expuestos los trabajadores que desarrollan sus tareas en la dependencia de la Municipalidad de Cipolletti considerada.

3. MARCO TEÓRICO

Los campos electromagnéticos (CEM), de todas las frecuencias, constituyen una de las influencias del entorno más comunes y de crecimiento más rápido sobre las que existe una creciente ansiedad y especulación. Todas las poblaciones del mundo están expuestas a CEM en mayor o menor grado, según datos de la OMS, y conforme avance la tecnología, el grado de exposición continuará creciendo. Como consecuencia, “la

exposición a RNI y sus posibles efectos comenzaron a ser la preocupación no sólo de las autoridades responsables en diferentes áreas, sino también ha creado inquietud en los trabajadores expuestos a la misma por su ocupación y en el público en general”. (Lechtaler, Guaraglia & Campastro, 2010).

En los últimos años se han publicado numerosos artículos científicos sobre los efectos biológicos de los campos electromagnéticos de altas y bajas frecuencias. Las investigaciones científicas están disponibles y muestran claramente que las directrices nacionales e internacionales que se rigen por el efecto térmico en el organismo, es decir, cuando la radiación genera un determinado aumento de la temperatura corporal, son inapropiadas para proteger la salud de la población (Guerrero Abreu & Perez, 2006).

Los actuales estándares consideran que solo la potencia de la radiación absorbida por el cuerpo determina el efecto biológico de la radiación. Para medir los efectos térmicos de la radiación se utiliza una magnitud básica conocida como tasa de absorción específica (SAR). Sin embargo, la SAR solamente tiene en cuenta la cantidad de energía transmitida como energía térmica, sin contemplar otros aspectos inherentes a la radiación. Según los experimentos de laboratorio y los estudios epidemiológicos realizados, muchos de los niveles de los campos electromagnéticos presentes en el medio ambiente o en el interior de los edificios son superiores a lo que se puede considerar como seguro para la salud. (Skvarca, 2006).

3.1 Definiciones

A continuación se desarrollaron los principales conceptos utilizados en el campo de las radiaciones no ionizantes, a fin de mejorar la comprensión de la temática. Los mismos fueron extraídos del libro Física Universitaria Vol. 2 de (Sears & Zemansky, 2009). Específicamente se definirá: campo eléctrico, intensidad de campo eléctrico, campo magnético, onda electromagnética, onda, frecuencia.

3.1.1 Campo Eléctrico:

Para los autores Sears & Zemansky el campo eléctrico es un fenómeno que ocurre por la interacción de dos o más cargas eléctricas (electrones) en el espacio libre o a través de un determinado material (conductores) a una determinada distancia, apreciando una fuerza eléctrica entre las mismas

Es por esto que mediante el concepto de campo eléctrico definen que es la presencia de una carga eléctrica positiva o negativa, donde se producen campos eléctricos que ejercen fuerzas sobre las otras cargas presentes en el espacio, donde existen dos tipos de cargas eléctricas: la primera llamada carga fuente, la cual tiene por sí un campo eléctrico; y la carga de prueba, la cual interactúa con la carga fuente para generar interacción entre dichas cargas.

El campo eléctrico es una cantidad vectorial; la región que rodea una carga eléctrica, en el cual la magnitud y dirección de la fuerza sobre una prueba de carga hipotética se encuentra definida en algún punto, las cuales son definidas a través de las líneas de campo eléctrico que se direcciona gracias a la fuerza eléctrica que dos o más cargas ejercen entre sí. (Ibid, 2009)

Se representan las situaciones eléctricas en dos etapas:

- Una distribución de carga eléctrica en reposo crea un \vec{E} campo eléctrico en el espacio circundante.
- El campo eléctrico ejerce una fuerza $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ sobre cualquier otra carga q que esté presente en el campo.

La Fuerza ejercida por un campo eléctrico se denota de la siguiente manera:

$$\vec{F} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} * \hat{r}$$

Donde:

\vec{F} = Fuerza eléctrica ejercida entre dos cargas opuestas

$q+$: Carga eléctrica positiva (C)

$q-$: Carga eléctrica negativa (C)

ϵ_0 : Permisividad en el espacio libre (numérica).

La ecuación que relaciona un campo eléctrico E con la fuerza que ejerce sobre una carga q está dada por la siguiente ecuación: **$F = qE$**

Donde F es la fuerza eléctrica que actúa sobre la carga eléctrica q introducida en el campo con una intensidad E . Notemos que tanto F como E son magnitudes vectoriales, dotadas de sentido y dirección.

A partir de allí, es posible avanzar matemáticamente al incorporar la Ley de Coulomb, obteniendo que $E = F/q = 1/4\pi\epsilon_0 = (q_i/r^2) \cdot \hat{r}_i$, donde \hat{r}_i son los vectores unitarios que marcan la dirección de la recta que une cada carga q_i con cada carga q . ([https://concepto.de/campo eléctrico](https://concepto.de/campo%20el%C3%A9ctrico))

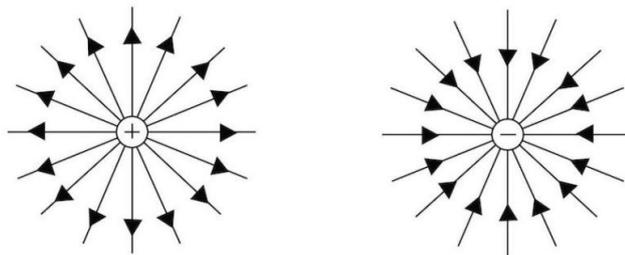


Figura 1: Dirección de cargas positivas y negativas

Fuente: <https://concepto.de/campo-electrico>

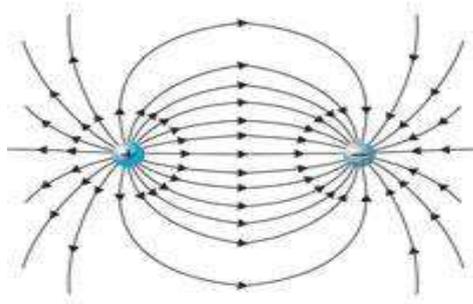


Figura 2: Campo eléctrico Fuente

Fuente: *Campo Eléctrico - Concepto, historia, medición, fórmula, ejemplos*

3.1.2 Intensidad de Campo Eléctrico

Para una mayor comprensión, la intensidad de campo eléctrico es la cantidad de espacio que puede tener una carga que se representa mediante una fuerza producida por una carga de prueba positiva en un punto y este se mide en voltios por metro (V/m) y se expresa de la siguiente manera:

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \vec{r}$$

Donde:

E: Vector Campo Eléctrico (V/m).

ϵ_0 : Permitividad en el espacio libre (numérica).

q: Carga de prueba (Coulomb).

r : Distancia entre cargas (m).

Dicho en otras palabras, la intensidad de campo eléctrico define la cantidad de espacio que puede tener una carga, llamada carga fuente, que al aparecer por dicha región una carga de prueba, está siente una fuerza que puede ser de atracción o

repulsión.

3.1.3 Campo Magnético

Al igual que el campo eléctrico, el campo magnético es un fenómeno que ocurre por la interacción de dos cargas, denominadas polos, que se pueden atraer o repeler entre sí, apreciándose fuerzas magnéticas. A diferencia del campo eléctrico, un campo magnético ejerce fuerza sobre partículas cargadas sólo si están en movimiento, y las partículas cargadas producen campos magnéticos sólo cuando están en movimiento.

La fórmula que rige del estudio del campo eléctrico está denotada por la siguiente ecuación:

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$$

Donde:

F: Fuerza magnética.

q: Carga magnética (T).

v: Velocidad (m/s).

B: Campo Magnético (A/m).

Para la comprensión de un campo magnético, es importante observarlo como se presenta en la siguiente figura:

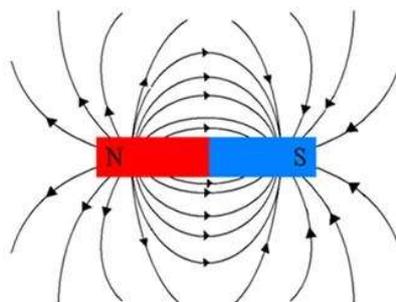


Figura 3: Campo Magnético ejercido entre dos cargas opuestas.

Fuente: Campo magnético- FÍSICA ELÉCTRICA (wordpress.com)

Onda Electromagnética: Son aquellas ondas que transportan energía radioeléctrica a distancia y están compuestas por un Campo Eléctrico y un Campo Magnético.

Es decir, que un campo eléctrico variable con el tiempo genera a su vez un campo magnético y un campo magnético variable con el tiempo genera un campo eléctrico.

Onda:

Se define como onda a todo fenómeno físico, capaz de permitir la propagación de energía sin producir desplazamiento de materia. Se trata de una perturbación o agitación que se desplaza en un ambiente determinado y que, después de pasar, lo deja en su estado inicial.

Este mecanismo cubre una amplia gama de situaciones: Desde las ondas en la superficie de un líquido hasta la luz, que es en sí un tipo de onda.

El transporte de energía sin materia es un fenómeno físico común. Imaginemos un estanque en un día soleado y sin viento. La superficie del agua está perfectamente lisa. Ahora imaginemos que alguien lanza una piedra: En el punto de impacto, se observa aparecer inmediatamente ondulaciones que parecen alejarse del centro en círculos concéntricos. Al cabo de algunos instantes, el estanque está nuevamente liso e inmóvil.

Características fundamentales

Se puede describir a las ondas mediante tres características:

- Amplitud que corresponde a la altura de las oscilaciones;
- Longitud de onda que mide la distancia entre dos oscilaciones
- Frecuencia, cantidad de ciclos completos que realiza una onda en un segundo y su unidad de medición es el Hertz Hz.

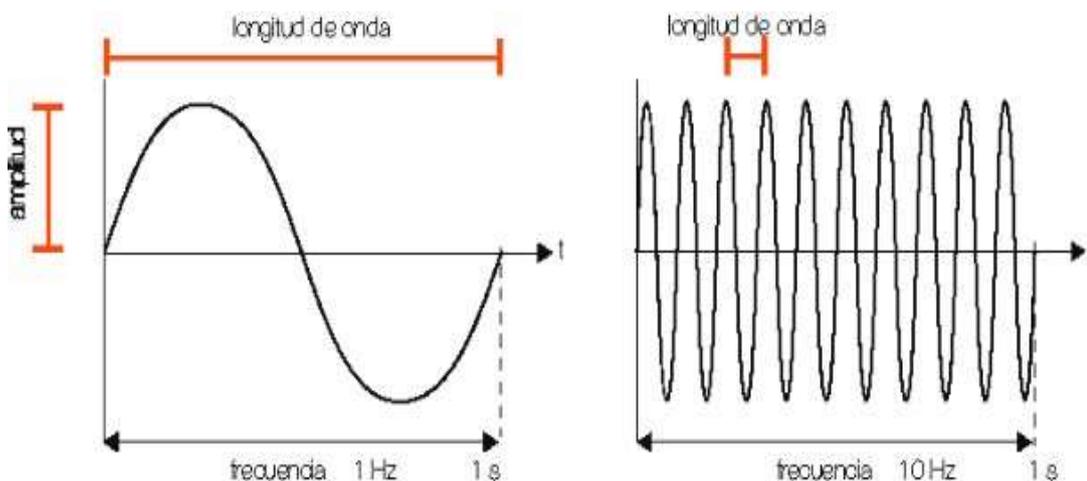


Figura 4: Ondas en el vacío

Fuente: <http://www.ondes-radio.orange.com/es/acerca-de-las-ondas/que-es-una-onda>

A continuación se desarrollan otros conceptos, también necesarios, para dar entendimiento a la temática de la RNI.

3.1.4 Radiaciones

Por esto es importante observar que en el espectro electromagnético se encuentran dos tipos de radiaciones: radiaciones ionizantes y radiaciones no ionizantes. A continuación, se presenta una figura donde se encuentra todo el espectro electromagnético.

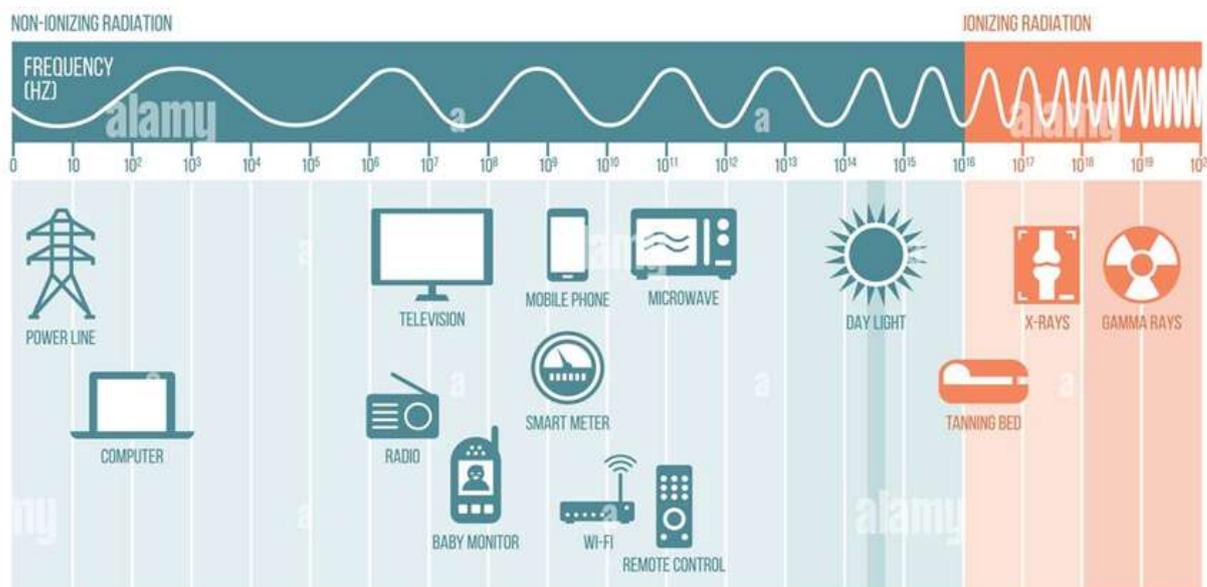


Figura 5: Espectro Electromagnético

Fuente: <https://www.istockphoto.com/es/vector/espectro-electromagnetico>

Para el autor las Radiaciones No Ionizantes son aquellas ondas electromagnéticas que no producen alteración genética en la materia. Además, este tipo de radiación tiene menor frecuencia que las Radiaciones Ionizantes. Cuando atraviesa los tejidos vivos, no tiene la suficiente energía para dañar el ADN en forma directa. (M. Noriega, 2009)

Para Noriega existen cuatro clases de RNI que las clasifica de la siguiente manera:

- **Radiaciones Ópticas (10 nm - 1 mm)**

Este tipo de radiaciones están conformados por radiación ultravioleta, luz visible y rayos infrarrojos. Estas radiaciones producen solamente calor y efectos fotoquímicos.

- **Microondas (300 MHz - 30 GHz)**

Estas radiaciones producen elevación de temperatura interna de los tejidos vivos. Entre sus más conocidas aplicaciones se encuentran los sistemas de comunicación

terrestre y satelital, radar, radioastronomía, termografía y telefonía celular.

- **Radiofrecuencia (3 KHz - 300 KHz)**

Los efectos de este tipo de radiaciones se deben a tres factores: resonancia, calentamiento y quemaduras o descargas eléctricas.

- **Campos Casi-estáticos (menores a 3 KHz)**

Este tipo de radiaciones no producen efectos térmicos considerables y se debe a descargas eléctricas de baja magnitud.

Es importante destacar que cuando se habla de radiaciones no ionizantes se deberá definir las distintas regiones de los campos electromagnéticos, a continuación, se desarrollarán campo cercano y campo lejano.

3.1.5 Regiones de Campos Electromagnéticos

Según el autor (Tomasi, 2003) en su libro “Sistemas de Comunicaciones Electrónicas”, cita: “El término Región de Campo Cercano se refiere a la gráfica de radiación cerca de una antena”. Donde a este tipo de campo se le conoce como “Campo de Inducción”, debido a la manera en que la antena irradia y almacena energía. Dentro de esta región, se encuentran dos tipos de campo cercano:

Campo cercano radiante: Región donde el campo de radiación predomina sobre el campo reactivo, pero adolece de carácter de onda plana y es de estructura complicada

Campo cercano reactivo: Región que está más cerca de una antena u otra estructura de radiación y contienen la mayoría o casi toda la energía almacenada.

A su vez el autor define Región de Campo Lejano: como la región del campo de una antena donde el patrón de campo que está a gran distancia. Conocido también como “Región de Fraunhofer”, estos campos son aproximadamente ondas esféricas que pueden ser aproximados en una región limitada de espacio por ondas planas. A continuación, se observa la representación de las distintas regiones.

Regiones de Campos

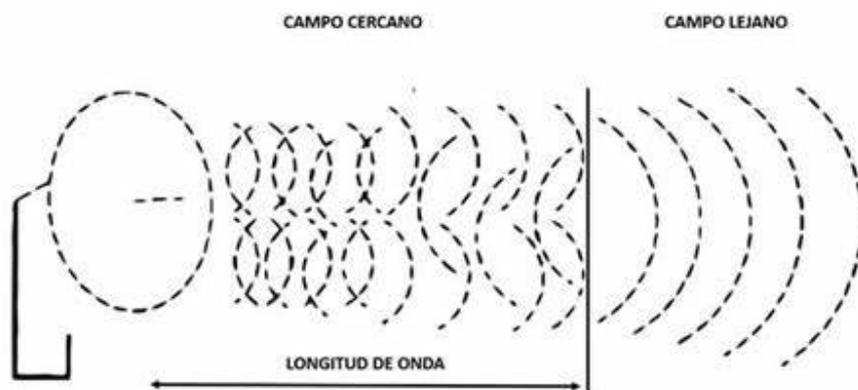


Figura 6: Campo cercano y campo lejano

Antenas

Las Antenas Según el Libro “Introduction to RF Propagation” de (Seybold 2005) considera a la antena como un radiador y receptor de energía electromagnética. A su vez, es un transductor entre el espacio libre y el medio guiado, para este autor una antena es “un sistema conductor metálico capaz de radiar y capturar ondas electromagnéticas.

Una antena, conocida también como “radio antena”, es aquel instrumento o aquella estructura que permite hacer una transición entre las regiones del medio guiado con el espacio libre entre las ondas electromagnéticas o viceversa.

El mismo autor define que las antenas son para conectar las líneas de transmisión con el espacio libre, el espacio libre a líneas de transmisión, o ambas cosas” (Opcit, 2003: 371- 372).

Entonces, se puede definir a la antena como un dispositivo intermediador capaz de pasar las ondas electromagnéticas de un medio alámbrico (cable coaxial, par trenzado, guía de onda) al espacio libre; dependiendo del uso y aplicación que se le dé a las ondas electromagnéticas.

En la actualidad existen varios tipos de antenas, las cuales son utilizadas para diferentes aplicaciones. En algunos casos deben expandir en lo posible la potencia radiada, es decir, no deben ser directivas (ejemplo: una emisora de radio o una estación base de teléfonos móviles), otras veces deben serlo para canalizar la potencia y no interferir a otros servicios (antenas entre estaciones de radio enlaces).

Las antenas se clasifican generalmente en dos grupos, antenas Omnidireccionales y antenas Direccionales.

Las antenas Omnidireccionales transmiten con la misma señal en todas las direcciones del plano horizontal, con un haz amplio, pero de corto alcance, es decir una antena omnidireccional seria como una bombilla de luz emitiendo en todas las direcciones, pero con menor alcance.

Este tipo de antenas “envían” la información teóricamente a los 360 grados por lo que es posible establecer comunicación independiente del punto en el que se esté, ya que no requieren orientarlas. En contrapartida, el alcance de estas antenas es menor que el de las antenas direccionales.



Fuente: https://www.google.com.ar/search?sca_esv=557255143&q=antenas+omnidireccionales

Las antenas Direccionales (también llamada unidireccional o directiva) es una antena capaz de concentrar la mayor parte de la energía radiada de manera localizada, aumentando así la potencia emitida hacia el receptor o desde la fuente deseada y evitando interferencias introducidas por fuentes no deseadas. Las antenas

direccionales, como por ejemplo las antenas parabólicas que proporcionan mucho mejor rendimiento y concentra gran parte de la radiación en una dirección deseada.



Fuente: <https://www.bing.com/images/>

En las siguientes figuras, se grafica como irradian las antenas omnidireccionales (irradian en todas las direcciones como si se tratara de una esfera) y las antenas direccionales (irradian concentrando la señal en una dirección específica)

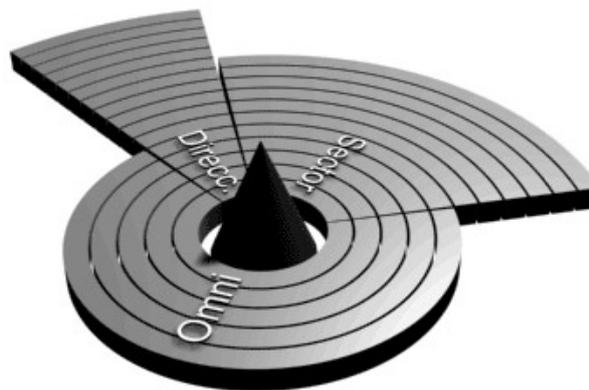


Figura 7 Dirección de Irradiación de antenas

Fuente: todo sobre redes: Image (wordpress.com)

Las antenas direccionales se subdividen en antenas de alta ganancia para aplicaciones punto a punto y antenas sectoriales, que normalmente tienen anchos de haz de 60°, 90° o 120° y que pueden ser combinadas para proveer cobertura de 360° desde una estación base.

3.1.6 S.A.R (tasa de absorción específica)

Por otro lado es fundamental destacar que es el SAR, y según el autor (Pilette, 2007) en su libro “*Antenas de telefonía móvil, tecnologías inalámbricas y salud*” ha desarrollado la noción de S.A.R. (Specific Absorption Rate), T.A.S. (Tasa de Absorción Específica) o D.A.S. (Débit d’absorption spécifique) que permite evaluar la energía de las microondas absorbidas por los materiales o los tejidos vivos, considerados en estos casos como materiales inertes, este permite así calcular el calentamiento teórico que tendrá un cuerpo a raíz de su exposición a las microondas a causa de este efecto térmico.

Variación de la tasa de absorción específica (SARa) promedio según la frecuencia y la zona del cuerpo irradiada.

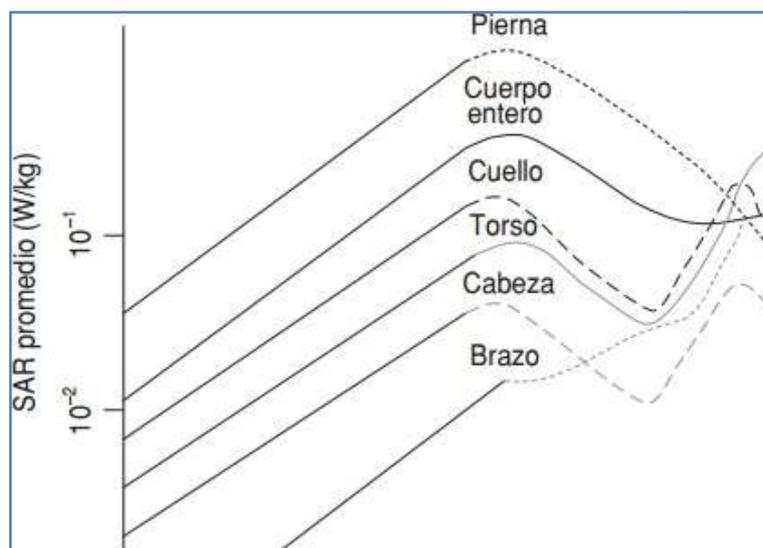


Figura 8: Tasa de Absorción - Reproducido con permiso del Ministerio de Salud y Acción Social de la República Argentina). (Skvarca & Aguirre, 2006)

Además, se puede destacar lo que dice el autor (Guibout, Garabetti, 2013) en su estudio sobre “mediciones de campos electromagnéticos no ionizantes”, el SAR (tasa de absorción específica, specific absorption rate) es una medida de la potencia máxima con que un campo electromagnético de radiofrecuencia es absorbido por el tejido vivo. Se define como la potencia absorbida por la masa de los tejidos y tiene unidades de vatios por kilogramo (W/kg). Se emplea para frecuencias entre 100 kHz y 100 GHz, es decir, radiación no ionizante, y en particular para teléfonos móviles y resonancia magnética.

Otro estudio comentado por el Dr. Vecchia Presidente de la ICNIRP, que disertó en el COPITEC en el 2008 (Cocera, 2009), el proceso de absorción de energía electromagnética depende de la frecuencia, de la altura y de la masa de una persona que actúa en este caso como antena receptora, así como también de la energía electromagnética en juego. Por tal motivo, se han definido (en función de los efectos térmicos) límites básicos de absorción (SAR), estos son de 0.4 W/kg para trabajadores en actividad y 0.08 W/kg para el público en general. Se sabe que un valor máximo de SAR 4 W/ Kg por más de 6 minutos, promediado en todo el cuerpo, es suficiente para elevar 1° C la temperatura de los tejidos, aunque puede darse valores altos para zonas pequeñas sin superarse el valor medio aceptado. Para el cual se proponen limitaciones para proteger zonas poco vascularizadas (cristalino, testículos, etc.), así también para zonas pequeñas donde se diferencian manos, pies y tobillos. (SAR < 20 W/Kg) y restos de zonas del cuerpo (SAR < 10 W/Kg).

Para otro autor (Jianming, 1998) el SAR es una medida ampliamente aceptada para relacionar el efecto térmico adverso con la exposición a la RF (radiofrecuencia). Donde los límites de exposición para cuerpo entero, son establecidos por ANSI, I.E.E.E Y I.C.N.I.R.P, y se establece mediante la siguiente fórmula:

$$SAR = \frac{\sigma |\mathbf{E}|^2}{\rho}$$

σ Es la conductividad eléctrica de la muestra S/ m

E Es la media cuadrática del campo eléctrico V/m

ρ Densidad de la muestra W/m²

De la misma se deduce que un

$$\text{SIEMENS} = \frac{\Omega^{-1}}{\text{B}} = \frac{\text{A}^2}{\text{Kg}} = \text{A}$$

Si tomamos como **referencia RESISTENCIA (R) = 377 Ω** (constante, valor de impedancia característico del espacio libre), lo multiplicamos por P (Potencia) del punto, y lo relacionamos con campo eléctrico (E) al cuadrado. Obtenemos la siguiente fórmula (Cabrera, 2008):

$$\text{SAR} = \frac{||\mathbf{E}||^2}{\mathbf{R} * \mathbf{P}} = \frac{||\mathbf{E}||^2}{377\Omega * \mathbf{P}} = \frac{\text{V}^2/\text{M}^2}{377\text{Kg}/\text{A}^2 * \text{W}/\text{m}^2} = \frac{\text{V}^2 * \text{A}^2 (\text{w}^2)}{\text{Kg} * \text{W}}$$

3.2 EFECTOS BIOLÓGICOS

Como resultado de una amplia labor de investigación basada en experimentos en animales, en modelos humanos artificiales, o en estudios epidemiológicos de personas expuestas, la literatura científica cita diversos efectos producidos en los seres vivos que se exponen a campos electromagnéticos de radiofrecuencia y microondas y que se clasifican según su origen en efectos térmicos y efectos no térmicos.

Los efectos debidos a una exposición a las microondas fueron tomados cada vez más en serio y un nuevo síndrome fue definido: el “síndrome de las microondas”, caracterizado por la fatiga, las cefaleas, el insomnio, la impotencia, las palpitaciones, alteraciones de la tensión arterial y problemas cutáneos (Jean Pilette, 2007).

3.2.1 Efectos térmicos

Los principales efectos térmicos son hipertermia, quemaduras, cataratas y esterilidad. La absorción de la energía electromagnética por los tejidos y su inmediata conversión en calor produce incrementos de temperatura en el interior del cuerpo.

En el hombre y en los animales son especialmente sensibles a los efectos térmicos las partes transparentes de los ojos que por su bajo riego sanguíneo disipan muy mal el calor.

Un incremento de temperatura en estas partes puede producir una inhibición del proceso de mitosis y diferenciación celular en el cristalino con la consiguiente aparición de cataratas.

Una elevación prolongada de temperatura en los testículos, que en condiciones normales permanecen a 4°C por debajo de la temperatura corporal, podría dañar a las células germinales.

También provocan dilatación de los poros de la barrera hematoencefálica, la que a su vez hace permeable a determinadas sustancias que no deberían entrar en las neuronas, es por ello que las radiaciones se relacionan con tumores cerebrales, enfermedad de Alzheimer y pérdida de la memoria, así como las alteraciones de los procesos de sueño y vigilia que pueden llevar a la depresión, cansancio e incluso propensión al suicidio. El calentamiento inducido por radiaciones provoca varias respuestas tanto fisiológicas como termorreguladores, incluyendo la capacidad para realizar tareas físicas y mentales debido al aumento de la temperatura corporal (Guerrero Abrey & Pérez Alejo, 2006).

3.2.2 Efectos no térmicos

Se producen cuando la energía de la onda es insuficiente para elevar la temperatura por encima de las fluctuaciones de temperatura normales del sistema biológico. Hay evidencias de que exposiciones prolongadas a radiaciones de baja intensidad sean potencialmente nocivas, por el efecto no térmico de la exposición a radiaciones.

Los científicos rusos y de otros países reconocen la acción acumulativa de este tipo de radiaciones, principalmente en personas que han trabajado por 5 años o más con equipos de radiolocalización.

Ciertos trastornos se observan sin que medie un incremento significativo de temperatura y por ello se les atribuye un origen no térmico. En estos casos no siempre queda establecida una correlación entre el efecto y la dosis de radiación recibida y, en general se admite que los conocimientos en este terreno deben ser ampliados en un futuro inmediato. Algunos de estos efectos son: Alteraciones celulares, cromosómicas y genéticas; alteraciones del ritmo cardíaco y de la tensión arterial; alteraciones del encefalograma; efectos endocrinos y neuro endocrinos; efectos hematopoyéticos, efectos sobre la audición; efectos sobre la reproducción y el desarrollo; cambios de comportamiento en los individuos. Algunas personas afirman ser "hipersensibles" a los campos eléctricos o magnéticos y existe el interrogante si los dolores, cefaleas, depresión, letargo, alteraciones del sueño e incluso convulsiones y crisis epilépticas pueden estar asociados con la exposición a campos electromagnéticos (Guerrero Abrey & Pérez Alejo, 2006).

Hay escasa evidencia científica que apoye la posible existencia de casos de hipersensibilidad a los campos electromagnéticos. Estudios recientes realizados en países escandinavos han comprobado que, en condiciones adecuadamente controladas de exposición a campos electromagnéticos, no se observan pautas de reacción coherentes en los sujetos expuestos. Tampoco existe ningún mecanismo biológico aceptado que explique la hipersensibilidad. La investigación en este campo es difícil porque, además de los efectos directos de los propios campos electromagnéticos, pueden intervenir muchas otras respuestas subjetivas (Guerrero Abrey & Pérez Alejo, 2006).

Desde “la ICNIRP, comisión internacional de protección a las radiaciones no ionizantes (International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection) se ha establecido como límite máximo para la formulación de las recomendaciones, un

aumento máximo de temperatura de 1 °C tras 30 minutos de exposición”(Llamosa-Rincón & Pérez-Camacho, 2015).

Además diversos estudios realizados desde la Universidad Nacional del Comahue han concluido que “El importante rango de variación en los valores de E (intensidad de campo eléctrico) y P (densidad de potencia electromagnética) permitidos para la transmisión de las ondas electromagnéticas genera incertidumbre al momento de diagnosticar el efecto de las Radiaciones No Ionizantes en la salud pública, y actualmente no existe seguridad, ni garantía que las emisiones de las RNI no dañen la salud de la población ni contaminen el medio ambiente” (Cabrera, 2018).

3.3 MARCO NORMATIVO

3.3.1 Normativas y recomendaciones internacionales

Recomendaciones de la OMS -Organización Mundial de la Salud:

La OMS lleva adelante una serie de estudios, científicos, estadísticos y epidemiológicos, para determinar y redactar directrices que aseguren que la exposición humana a las RNI no es perjudicial para la salud.

La Asociación Internacional para la Protección contra la Radiación (IRPA), formó un grupo de trabajo dedicado a las Radiaciones No Ionizantes. En el Octavo Congreso Internacional de la IRPA (Montreal, Mayo 18-22, 1992), fue establecida esta nueva organización científica independiente la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) como sucesora de la IRPA/ICNIRP. La ICNIRP, basándose en diferentes estudios epidemiológicos, desarrolla límites de exposición ocupacional y del público en general. Las mismas se muestran en Tabla N° 1, Tabla N° 2 y Tabla N° 3.

CARACTERÍSTICAS DE LA EXPOSICIÓN	RANGO DE FRECUENCIAS	DENSIDAD DE CORRIENTE PARA CABEZA Y TRONCO (mA M-2) (RMS)	SAR PROMEDIO EN TODO EL CUERPO(WKG - 1)	SAR LOCALIZADO CABEZA Y TRONCO (WKG - 1)	SAR LOCALIZADO (EXTREMIDADES) (WKG -1)
Exposición ocupacional	hasta 1 Hz	40	--	--	--
	1 – 4 Hz	$40/f$	--	--	--
	4 Hz - 1 kHz	10	--	--	--
	1 – 100 kHz	$F/100$	--	--	--
	100 kHz - 10 MHz	$F/100$	0.4	10	20
	10 MHz - 10 GHz	--	0.4	10	20
Exposición al público en general	hasta 1 Hz	8	--	--	--
	1 – 4 Hz	$8/f$	--	--	--
	4 Hz - 1 kHz	2	--	--	--
	1 – 100 kHz	$F/500$	--	--	--
	100 kHz - 10 MHz	$F/500$	0.08	2	4
	10 MHz - 10 GHz	--	0.08	2	4

Tabla 1: Restricciones básicas para exposiciones a campos eléctricos y magnéticos para frecuencias hasta 10GHz. Fuente: ICNIRP

RANGO DE FRECUENCIAS (MHz)	INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO (Vm ⁻¹)	INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO (Am ⁻¹)	DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO (T)	DENSIDAD DE POTENCIA (Wm ⁻²)
Hasta 1 Hz	—	$1,63 \times 10^5$	2×10^5	—
1 – 8 Hz	20 000	$1,63 \times 10^5 / f^2$	$2 \times 10^5 / f^2$	—
8 – 25 Hz	20 000	$2 \times 10^4 / f$	$2,5 \times 10^4 / f$	—
0,025 – 0,82 kHz	$500 / f$	$20 / f$	$25 / f$	—
0,82 – 65 kHz	610	24,4	30,7	—
0,065 – 1 MHz	610	$1,6 / f$	$2 / f$	—
1 – 10 MHz	$610 / f$	$1,6 / f$	$2 / f$	—
10 – 400 MHz	61	0,16	0,2	10
400 – 2000 MHz	$3^{u,5}$	$0,008^{u,5}$	$0,01^{u,5}$	$_{/40}$
2 - 300 GHz	137	0,36	0,45	50

Tabla 2: Niveles de referencia para exposición ocupacional a campos eléctricos y magnéticos.

Fuente: ICNIRP

Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico, E (V/m)	Intensidad de campo magnético, H (A/m)	Inducción magnética, B (μT)	Densidad de potencia de onda plana equivalente, Seq (W/m ²)	Corriente de contacto, IC (mA)	Corriente inducida en las extremidades, IL (mA)
Hasta 1Hz	—	$1,63 \times 10^5$	2×10^5	—	1,0	—
1–8 Hz	20 000	$1,63 \times 10^5 / f^2$	$2 \times 10^5 / f^2$	—	1,0	—
8–25 Hz	20 000	$2 \times 10^4 / f$	$2,5 \times 10^4 / f$	—	1,0	—
0,025–0,82 kHz	$500 / f$	$20 / f$	$25 / f$	—	1,0	—
0,82–2,5 kHz	610	24,4	30,7	—	1,0	—
2,5–65 kHz	610	24,4	30,7	—	$0,4 f$	—
65–100 kHz	610	$1 600 / f$	$2 000 / f$	—	$0,4 f$	—
0,1–1 MHz	610	$1,6 / f$	$2 / f$	—	40	—
1–10 MHz	$610 / f$	$1,6 / f$	$2 / f$	—	40	—
10–110 MHz	61	0,16	0,2	10	40	100
110–400 MHz	61	0,16	0,2	10	—	—
400–2 000 MHz	$3 f^{1/2}$	$0,008 f^{1/2}$	$0,01 f^{1/2}$	$f / 40$	—	—
2–300 GHz	137	0,36	0,45	50	—	—

Tabla 3: Niveles de referencia para exposición poblacional a campos eléctricos- magnéticos

Fuente: ICNIRP

Respecto a las normas establecidas en América Latina: Sólo diez países latinoamericanos poseen normas que regulan las dosis de exposición permitida a las radiaciones no ionizantes.

Algunos establecieron los valores límites según las recomendaciones del Instituto Nacional de Normas de los Estados Unidos de América (ANSI, 1991) la ANSI en el que estableció el límite de exposición ocupacional de 1 mW/cm^2 en el espectro de frecuencia de 30 a 300 MHz. (Skvarca & Aguirre 2006)

La Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP, 1998) y el Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos (IEEE, 2005) han elaborado directrices internacionales sobre los límites de exposición para ofrecer protección contra los efectos reconocidos de los campos de RF. Como ya se mencionó, el énfasis debe estar puesto en este aspecto ya que regulando las instalaciones es factible que evitemos cualquier imponderable hasta el momento desconocido, de ahí la necesidad de que países, provincias y municipios adopten estas normativas y las apliquen en sus jurisdicciones a los efectos de brindar un servicio eficiente a la sociedad y sin dejar de lado la salud y el bienestar de la misma (Skvarca & Aguirre 2006). De hecho, la Autoridad de Aplicación en la República Argentina en lo referente a las antenas de telefonía celular es el ENACOM y la normativa aplicada relacionada a radiaciones electromagnéticas en gran medida acata las directrices emitidas por la OMS y se resume en los siguientes apartados.

3.3.2 Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación Argentina - Resolución N° 202/1995

Aprueba el Estándar Nacional de Seguridad para la exposición a radiofrecuencias comprendidas entre 100 KHz y 300 GHz, conforme lo establecido en el "Manual de estándares de seguridad para la exposición a radiofrecuencias comprendidas entre 100 KHz y 300 GHz" y "Radiación de radiofrecuencias: consideraciones biofísicas, biomédicas y criterios para el establecimiento de estándares de exposición", Volúmenes I y II respectivamente de prospección de radiación

electromagnética ambiental no ionizante, publicaciones encuadradas por la Imprenta del Congreso de la Nación, que se hallan en poder de la Secretaría de Salud del Ministerio de Salud y Acción Social.

Esta resolución establece los valores de Máxima Exposición Poblacional y ocupacionales, si bien fue anterior a la publicada por la OMS los límites establecidos por ambas coincidieron.

Exposición ocupacional:

La exposición ocupacional a campos electromagnéticos (EM) de radiofrecuencia (RF) por encima de 10 MHz no deberá exceder un SARprom CE de 0,4 W/kg, resultante de promediar todos los valores medidos en cualquier período de 6 minutos (0,1 hora) y sobre la masa corporal total (es decir, SAR promedio de cuerpo entero); o bien un SAR de 4 W/kg hasta 8 W/kg localizado (SAR localizado máximo), designado por SARloc. máx. valor promedio resultante, determinado en cualquier período de 6 minutos (0,1 hora) y gramo de tejido correspondiente a cualquier región localizada en la masa corporal.

Los límites de exposición ocupacional representan una aproximación práctica de la densidad de potencia de onda plana (región del campo lejano) incidente necesaria para producir un SAR promedio de cuerpo entero de 0,4 W/kg

Los límites en los rangos de frecuencia, superiores a 10 MHz, pueden excederse en determinadas situaciones de trabajo, pero asegurando que el SARprom CE y el SARloc. máx, permanezcan por debajo de 0,4 W/kg y 4 W/kg, respectivamente.

Exposición poblacional

La exposición de la población en general a campos EM de RF, correspondiendo a frecuencias por encima de 10 MHz, no debe exceder 1 SARprom. CE de 0,04 W/kg. a 0,08 W/kg. (valor promediado sobre cualquier período de 30 minutos -0,5 hora-) o un SARloc. máx de 0,4 -0,8 W/kg (valor promediado sobre cualquier período de 30 minutos

-0.5 hora-) y gramo de tejido correspondiente a cualquier región localizada en la masa corporal (tabla 4, Gráficos 1 y 2)

Para la exposición de radiación de RF a frecuencias inferiores a 10 MHz, los niveles de intensidad de campo eléctrico o magnético (RMS) no perturbado no debe exceder los valores dados en la tabla 4 (la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de E y H). Los límites de exposición a RF para la población en general, dados en dicha tabla VII, para el ámbito de frecuencias entre 10 MHz y 300.000 MHz son límites funcionales derivados del valor SAR_{prom. CE} de 0.04 - 0,08 W/kg.

Estos límites representan una aproximación práctica de la densidad de potencia de onda plana incidente necesaria para producir el SAR promediado para la masa corporal total (SAR_{prom. CE}) de 0,08 W/kg y teniendo en cuenta la subdivisión de radiación de RF dada en apéndices I y V. Dichos límites se aplican a la exposición corporal total por campos EM continuos o modulados, o bien pulsados, provenientes de una sola fuente o varias, promediados sobre cualquier período de 30 minutos, durante las 24 horas diarias en forma permanente.

<i>Rango de Frecuencia [MHz]</i>	<i>Campo Eléctrico [V/m]</i>	<i>Densidad de Potencia equivalente de onda plana S [mW/cm²]</i>
0,3 – 1,0	275	20
1,0 – 10	275 / f(*)	20/f ² (*)
10 – 400	27,5	0,2
400 – 2000	1,375 f ^{1/2} (*)	f/2000 (*)
2000 – 100.000	61,4	1

(*) Donde “f” es la frecuencia expresada en MHz. [5]

Tabla 4:-Resolución N°202/95 del Ministerio de Salud y Acción Social- niveles máximos permisibles de exposición de campo eléctrico de los seres humanos.

Región de frecuencias (MHz)	Intensidad del campo eléctrico RMS no perturbado (V/m)	Intensidad del campo magnético RMS no perturbado (A/m)	Densidad de potencia equivalente para onda plana (mW/cm ²)
0,3-3	275	0,73	20
3-30	$[3.764(180/f^2)]^{1/2}$	$[0,03 (180/f^2)]^{1/2}$	$180/f^{2*}$
30-400	27,5	0,073	0,2
400-2.000	$1,375f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$f/2000$
2.000-300.000	61,35	0,16	1

Tabla 5: Límites de exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia. Límites de exposición poblacional,

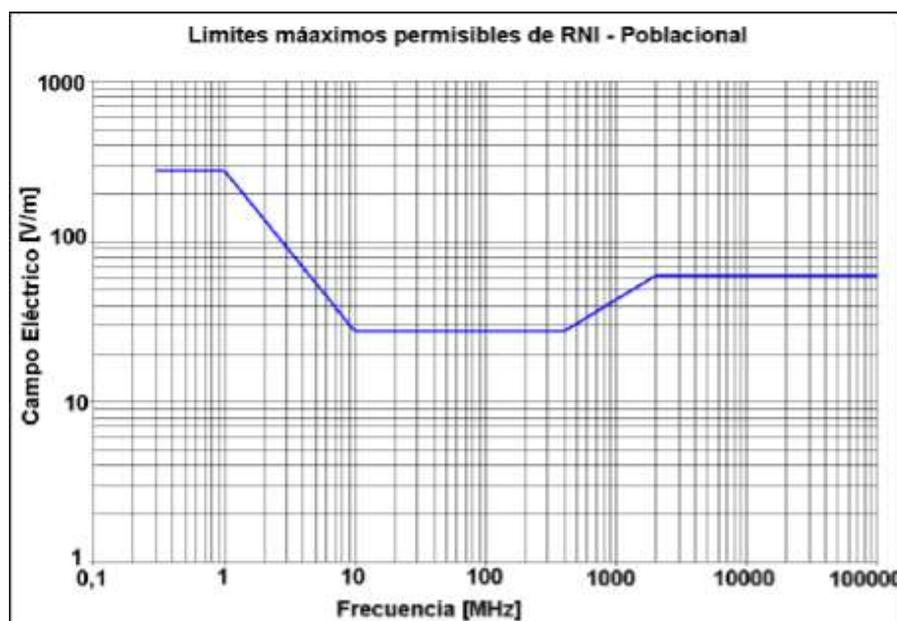


Gráfico 1: “Límites máximos Permisibles de Campo Eléctrico” Resolución N° 202/95

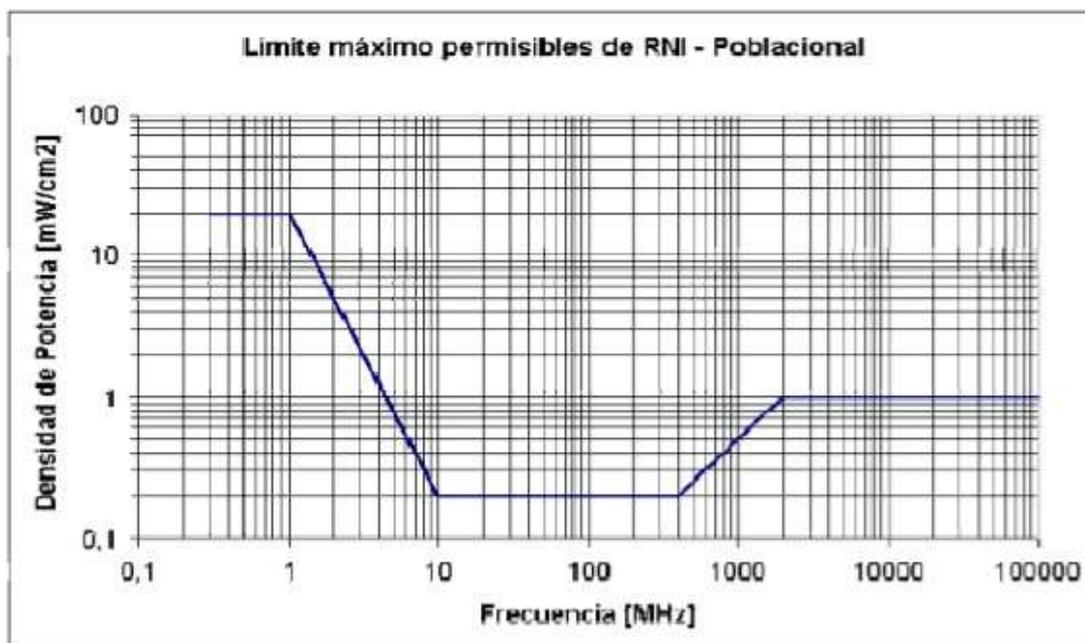
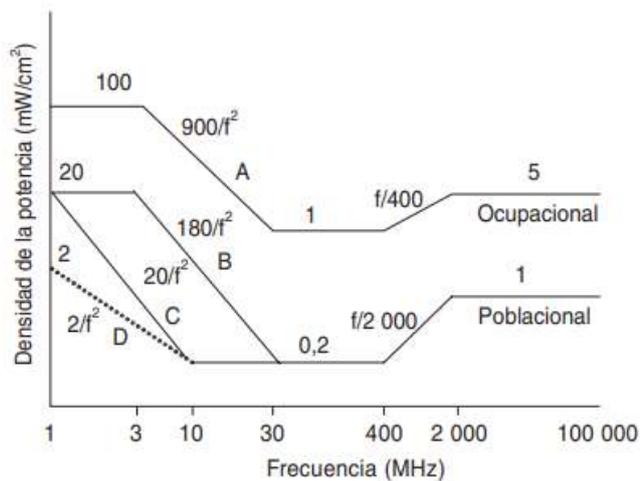


Gráfico 2: “Límites Máximos Permisibles de densidad de potencia equivalente de Onda Plana S” Resolución N°202/95



^a Estas curvas reflejan el valor promedio de la densidad de potencia medida durante 6 minutos para entornos ocupacionales o durante 30 minutos para entornos poblacionales.

Leyenda:

Gráfico 3: Valores límite para la densidad de potencia según frecuencia (f) en Argentina

3.3.3 Comisión Nacional de Comunicaciones (CNC- Actual ENACOM) - Resolución N° 3690/2004

Esta resolución establece el Protocolo de Medición para la exposición poblacional que se debe aplicar en todo el territorio nacional, con el objetivo de dar cumplimiento con la Res.N°530/2000 de la Secretaría de Comunicaciones.

3.3.4 Secretaría de Comunicaciones de la Nación (SeCom) -Resolución N° 530/2000

Establece la aplicación obligatoria, a todos los sistemas de telecomunicaciones que irradian RF, los límites impuestos por la Resolución 202/1995.

3.3.5. Ordenanza Código de Comercio

Así también podemos nombrar la normativa local, específicamente la ordenanza N° 462/22, la cual en su título IV, capítulo V, establece los requerimientos a cumplimentar para la instalación de infraestructuras de telecomunicaciones exigiendo el cumplimiento de las normativas nacionales nombradas anteriormente.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

• Sitio de Estudio

El estudio se llevo a cabo en la Dependencia Municipal ubicada entre las calles España, Yrigoyen, Roca y Villegas.

“Determinación de niveles de exposición de radiaciones no ionizantes en el personal de la Delegación Centro de la Municipalidad de Cipolletti y propuestas de solución de posibles puntos calientes”.



Imagen N° 1: Macrolocalización del Sitio de estudio

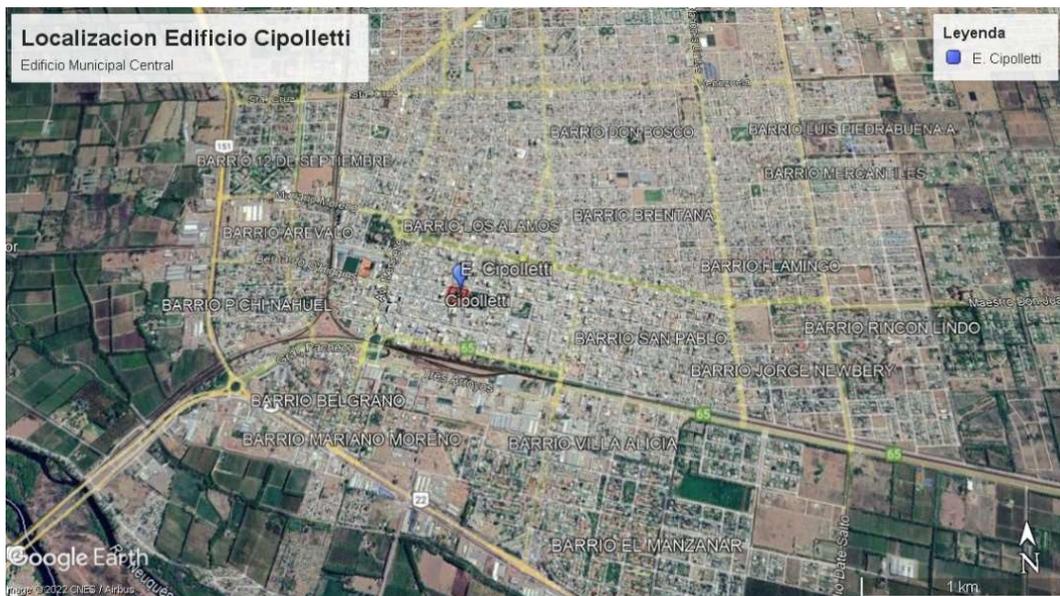


Imagen N° 2: Microlocalización de sector de estudio



Imagen 3: Vista O-E edificio municipal



Imagen 4: Vista estructura de telecomunicaciones sobre azotea



Imagen 5: Vista de plano cercano de estructura de telecomunicaciones sobre azotea

El sitio en el cual se llevo a cabo las mediciones corresponde al edificio Cipolletti. El mismo está comprendido por 11 pisos y todos tienen como uso laboral designado el uso administrativo. En cada piso desarrollan sus funciones aproximadamente 10 personas en promedio, sumando un total de 110. Las mismas permanecen siete horas en su lugar de trabajo pudiendo realizar salidas esporádicamente. El edificio está diseñado arquitectónicamente en dos alas de oficinas, una de ellas orientada hacia el Norte y la otra orientada hacia el Sur, las cuales se encuentran separadas por una escalera y un ascensor.

Respecto a sus características constructivas, corresponde a un edificio realizado de mampostería y techo de losa. Las aberturas de exterior son metálicas y la de interior son de madera. Tanto el ala Norte como sur poseen balcones en todos los pisos.

La distribución de los pisos es la siguiente:

- 1° y 2°: Organismo Regulador de Presas (ORSEP);
- 3°: Dirección de Planeamiento;
- 4° Intendencia;
- 5° Secretaria de Hacienda;
- 6° Sin actividad;
- 8° Dirección de General de Innovación Tecnológica;
- 9°: Dirección de Obras de Ingeniería;
- 10°: Secretaria de Obras Publicas;
- 11°: Área de mantenimiento y taller de informática.

Aportes de radiaciones electromagnéticas del edificio:

En la azotea del edificio se encuentran instaladas infraestructuras de telecomunicaciones pertenecientes al Hospital y Lotería de Rio Negro.

Aportes de radiaciones electromagnéticas originadas en las inmediaciones

Existen infraestructuras de comunicaciones en edificios cercanos al objeto de estudio. Específicamente podemos nombrar a la radio FM GALA ubicada en el edificio lindero y a la radio LU19 ubicada en calle Roca al 400.



Imagen 6: Vista infraestructura de telecomunicaciones cercanas



Imagen 7: Antenas pertenecientes a la radio FM -AM LU 19

Las estructuras corresponden a mástiles compuestos por varios tramos reticulados abulonados entre sí. Dichas estructuras se encuentran ancladas a las diferentes azoteas a través de riendas de acero.



Imagen 8: Vista tramos reticulados abulonados infraestructura de comunicación



Imagen N° 9: Vista de partes de



Imagen 10: Vista antena dipolo Lu19

- **Metodología**

El objetivo es determinar la exposición de las personas que desarrollan sus funciones laborales en el Edificio Municipal y resolver los posibles “Puntos calientes”.

En cuanto a los efectos de la exposición, nos centraremos en exposiciones agudas, es decir a corto plazo donde los potenciales efectos radican en el calentamiento y la sintomatología que de éste derivan tales como cefaleas, dolores de cabeza. La población de estudio está compuesta por adultos en el rango de los 18 a los 65 años de edad ya que al tratarse de exposición laboral se supone que ese es el rango de la población activa laboralmente, motivo por el cual no habría grupos vulnerables en la población considerada salvo enfermedades preexistentes. En consecuencia, se realizaron las mediciones los días hábiles dentro del horario laboral.

La medición de radiaciones no ionizantes se llevaron a cabo midiendo las contribuciones de todas las señales presentes en los lugares objetos de estudio, utilizando un medidor de campo de banda ancha, con una sonda adaptada en frecuencia con un rango de utilización de 100 KHz a 3 GHz. Paralelamente y como ya se mencionó, se concretaron entrevistas estructuradas al personal presuntamente afectado, a fin de caracterizar la población expuesta y sacar conclusiones en relación a los niveles obtenidos de radiaciones no ionizantes.

La metodología utilizada en la tesis fue realizada mediante la aplicación de la norma 3690/04 de la Comisión Nacional de Comunicaciones, para las mediciones de RNI, de inmisión, es decir, se midieron las contribuciones de todas las señales presentes en el lugar de medida, utilizando un medidor de campo de marca Narda, de banda ancha, con una sonda adaptada en frecuencia con un rango de utilización de 100 KHz a 3 GHz

- **Puntos muestreados:**

Se llevaron a cabo las mediciones en un total de 49 puntos, con por lo menos 3 puntos por piso.

En lo que respecta a la entrevista, específicamente se recabo la siguiente información:

- ✚ Antigüedad en el puesto de trabajo
- ✚ Horario de trabajo
- ✚ Existencia de dolores de cabeza frecuentemente en horario laboral por parte de los empleados.
- ✚ Existencia de algún caso de cáncer en el sector
- ✚ Existencia de hornos microondas
- ✚ Existencia de internet por cable o aire.

En el anexo se encuentran adjuntas las tablas de resultados con los valores de campo eléctrico (medido), densidad de potencia (medido) y SAR (calculado) de los puntos muestreados, como también las fotografías tomadas durante la realización de las mediciones.

- **Recopilación y evaluación de datos**

Para la realización de la presente tesis se comenzó haciendo un relevamiento del sitio en la cual se llevó a cabo el estudio, tanto de edificio Cipolletti como de los alrededores, a fin de detectar posibles fuentes de radiaciones electromagnéticas no ionizante. La facultad de ingeniería apporto todas las explicaciones respecto al uso del instrumento de marca Narda, medidor de campo de banda ancha modelo NBM-550 instrumento para medir las radiaciones no ionizantes con precisión pero falta de calibración, dentro de la gama de frecuencias de 100 kHz a 3 GHz con una sonda de tipo EF 0391, E-Field.

A medida que se fue avanzando en el estudio de RNI se comenzó a trabajar con los datos obtenidos de las mediciones tomadas en el lugar. Durante la realización de las mediciones se obtuvieron datos de intensidad (E) y potencia (P), donde se contemplaron 49 puntos de medición, de los cuales se tomaron tres puntos de

referencias en el cuerpo (pecho- cadera- rodilla), es decir de cada punto se consiguió 6 mediciones donde el cálculo total fueron de 294 mediciones.

Se debió hacer pasaje de unidades de mW/m^2 a W/m^2 , estos valores permitieron calcular la exposición al SAR (tasa de absorción específica), que se encontró en cada punto medido.

Otra de las herramientas utilizadas fueron las encuestas que se realizaron al personal municipal, estas fueron recolectadas al mismo tiempo que se realizaron las mediciones, para conocer la antigüedad del personal, horario laboral, la existencia de casos de cáncer o presencia de alguna sintomatología como por ej. dolores de cabeza frecuentes. Los resultados de las mismas se ven reflejados en gráficos de barra.

Mediante la técnica de la observación se pudo apreciar que el edificio municipal posee antenas alrededor y en su propia azotea. Se identificaron los tipos de antenas y ubicación respecto a los puntos muestreados.

5. RESULTADOS

Interpretación de datos

Una vez obtenida toda la información se procedió a realizar la interpretación de datos de las técnicas de recolección seleccionadas, por cuanto la información que arrojará será la que indique las conclusiones a las cuales llegue esta investigación.

Se monitoreo cada piso del edificio en cuestión y azotea inclusive, cabe destacar que sobre ésta última se encuentra la oficina de mantenimiento del edificio y taller de mantenimiento de informática, como también las estructuras de comunicaciones correspondientes a la lotería de Rio Negro y el hospital local. De cada punto de medición se obtuvieron valores de campo eléctrico (E) y potencia (P), a partir de estos valores se calculó el SARLoc (localizado) y se comparó con la tabla de la resolución 202/95 los MEP (niveles máximos de exposición permitida).

Cabe señalar que si bien estamos considerando una población de estudio comprendida por trabajadores, los cuales no son considerados población vulnerable, los

valores que se tuvieron en cuenta como limite fueron los de exposición poblacional y no laboral debido a que los trabajadores no tienen conocimiento respecto a la exposición a la RNI a la cual se encuentran sometidos.

Así también se realizaron encuesta por cada sitio muestreado. Estas arrojaron algunos datos descriptivos a fin de poder relacionar algún síntoma o causa de exposición con la presencia de radiaciones electromagnética. La información se muestra a través de los siguientes gráficos.

Las encuestas realizadas ponen de manifiesto la inexistencia de síntomas agudos que podrían estar relacionados con la sobreexposición a las RNI, como así también la ausencia prácticamente de caos de enfermedades crónicas como es el caso de cáncer. Así también nos apporto el dato de que la provisión de internet en casi la totalidad del edificio es llevada a cabo por aire (inalámbrica) lo que aumentaría la exposición a las RNI e los empleados.

Por otro lado se concluye de las encuestas que gran porcentaje de la población laboral permanece en el edificio desde hace un tiempo prolongado por lo que aumentaría el riesgo de que se generen efectos crónicos, como la degeneración de los tejidos, relacionados a la exposición en estudio.

Antigüedad del personal (años)

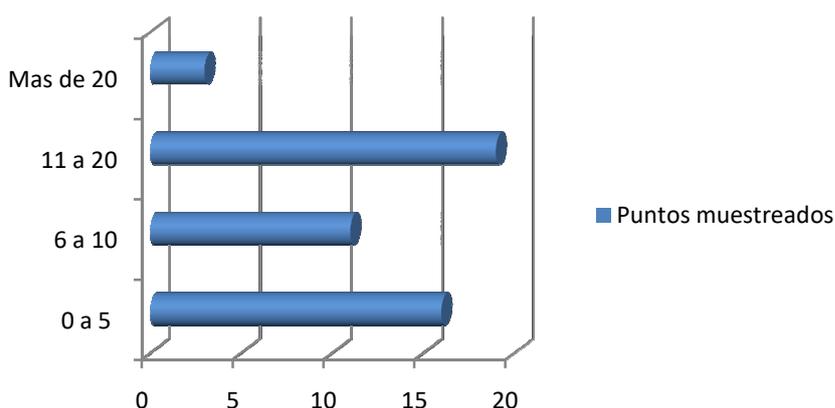


Gráfico 4: Antigüedad laboral del personal.

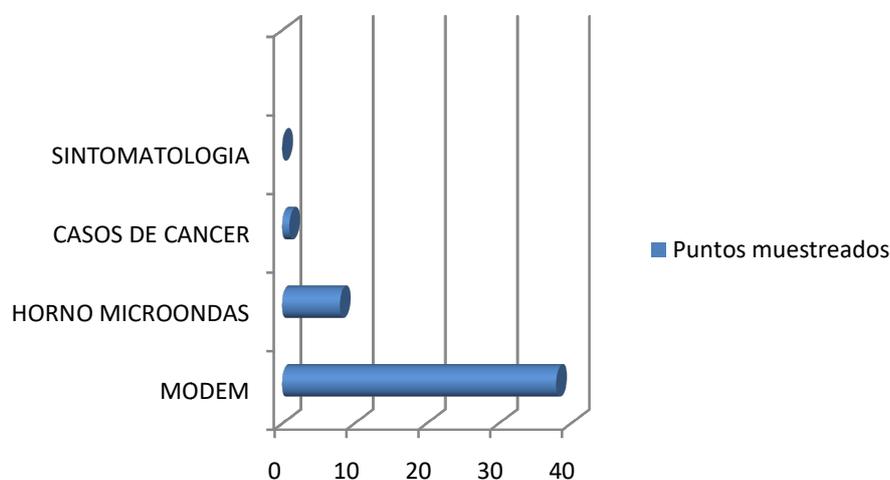


Gráfico 5: Cantidad de modem, hornos microondas, casos de cáncer y presencia síntomas en el personal.

A su vez cada valor determinado de campo eléctrico y potencia permitió calcular el SAR para cada punto medido, permitiendo observar que en las zonas donde los valores representan puntos calientes se obtiene valores altos de SAR, los que sobrepasan el valor de $0,8 \text{ W/kg}$ por más de 6 minutos de exposición según establecido en la legislación.

Los trabajadores municipales que desempeñan sus funciones en el edificio emplazado en el Centro de la Ciudad de Cipolletti están expuestos a radiaciones electromagnéticas por encima de los límites permitidos tomando como referencia los límites para la exposición de población los cuales son mucho más exigentes que los considerados para exposición laboral.

Se evidenció una mayor exposición en los puntos medidos cercanía de las ventanas. Se presume que esta mayor radiación se debe a la radiación no ionizante proveniente de las antenas correspondientes a la radio FM Gala y LU 19 ya que sus antenas irradian de manera directa a dichos sectores. Cabe destacar que a medida que el medidor de RNI NARDA se alejaba de las ventanas el nivel de radiación disminuye.

Así también la presencia de las infraestructuras de telecomunicaciones en la azotea puede relacionarse con la presencia de mayor niveles de radiaciones no ionizantes medidos cercanos a las ventanas.

6. ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE PUNTOS CALIENTES

- Relocalización de escritorios localizados cercanos a las ventanas de los diferentes pisos del edificio a fin de evitar la radiación directa de las antenas de radio Fm y Am Lu19, FM Gala.
- Relocalización de escritorios cercanos a los routers.
- Construcción de jaulas de Faraday en el edificio. Esto es, construir envolventes metálicos en paredes y techos que sirvan como aislantes de las ondas electromagnéticas.
- Realización de una Petición formal desde el gobierno municipal y provincial hacia el Ministerio de Salud de la Nación a fin de que se revean los límites de exposición los cuales en la actualidad solo incluyen los efectos térmicos (agudos) dejando de lado los efectos a largo plazo (crónicos) por lo que se suponen que los límites deberían ser mucho menores a los actuales.

Medidas generales a considerar

- Los niveles de seguridad que deben poseer todas las fuentes emisoras conocidas, estarán dados según su potencia (desde plantas emisoras de radiodifusión, TV, etcétera).
- Diseños seguros de equipos, reduciendo a un mínimo todo tipo de riesgo de exposición.
- Hacer cumplir a nivel industrial que los equipos generadores de RF sean puestos en servicio, previo conocimiento del usuario de los manuales de seguridad para la exposición a radiación NI.

- Proceder al desarrollo de procedimientos de medición estandarizados y técnicas de monitoreo (prospección electromagnética local y ambiental).
- Promover la formación educacional del personal y público en general acerca de los riesgos posibles debidos a la exposición a RNI que por falta de conocimientos y precauciones, podrían exponerse. La protección se basa en el conocimiento de los riesgos y las medidas que aseguran la calidad de vida.
- Requerir que todos los trabajadores del área de radiofrecuencias estén capacitados/familiarizados con los procedimientos o normas prácticas de seguridad, incluyendo tecnología e instrumental de protección.
- Capacitación a personal profesional médico para dar seguimiento a la evolución de personas supuestamente expuestas a RF.

7. CONCLUSIÓN

La presente investigación determina que los empleados municipales que realizan sus labores en el Edificio Cipolletti se encuentran sobreexpuestos a las radiaciones electromagnéticas según los límites establecidos por la normativa nacional. En consecuencia, se aconseja dar el tratamiento a lo que se denomina en RNI puntos calientes.

No obstante no podemos determinar que tendrán afectación a la salud a largo plazo relacionados a dicha exposición ya que los límites de radiaciones actuales fueron establecidos considerando solo los efectos térmicos (agudos) y aun está en estudio la relación entre la exposición a las RNI durante largos periodos de tiempo y la aparición de degeneración en los tejidos. No obstante cabe destacar que el porcentaje de empleados municipales que permanece más de 10 años en el mismo sector es elevado por lo que se podría relacionar la futura aparición de sintomatología crónica en empleados municipales con la exposición a las RNI. Por lo que sugiere realizar nuevas investigaciones que tengan como punto de partida las conclusiones arribadas en esta tesis, tal como los estudios epidemiológicos de RNI.

8. BIBLIOGRAFÍA

Cabrera, Estela Eva (2018). “Determinación y análisis de los niveles de contaminación de electrosmog (densidad de potencia electromagnética) en zonas de parque norte de la ciudad de Neuquén”. Tesis de Grado. Licenciatura en Seguridad e Higiene en el Trabajo. Facultad de Ciencias de Ambiente y La Salud, Universidad Nacional del Comahue. Neuquén.

Lechtaler, Guaraglia, & Campastro, 2010. “Evaluación y desarrollos de Monitores de Radiaciones No Ionizantes (RNI)” (online). Congreso de Microelectrónica Aplicada. Disponible en: <https://studylib.es/doc/7135923/evaluaci%C3%B3n-y-desarrollos-de-monitores-Julio-2019>.

Jacqueline Guerrero Abrey, My. José Luis Pérez Alejo, 2006. “Las radiaciones no ionizantes y su efecto sobre la salud humana”. Revista Cubana de Medicina Militar. (Online). Ciudad de la Habana. Disponible en: http://www.who.int/peh_en//publications. Julio 2019.

Jean Pilette (Doctor En Medicina), 2007. “Antenas De Telefonía Móvil, Tecnologías Inalámbricas y Salud”. Traducción: José Manuel Setién (Plataforma de Vecinos afectados por la Telefonía Móvil del Bº Covadonga (Torrelavega – Cantabria).

Josep Mestre Rovira, 2000. Exposición a radiofrecuencias y microondas (I). Evaluación (online). Disponible en:

https://www.insst.es/InsstWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_234.pdf. Julio 2019.

Skvarca, 2006. “Normas y estándares aplicables a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias en América Latina” guía para los límites de exposición y los protocolos de medición (online). Disponible en:

<http://www.radiacionesni.com.ar/wp-content/uploads/2018/03/paper-Normas-RNI-America-Latina.pdf>. Julio 2019.

“Determinación de niveles de exposición de radiaciones no ionizantes en el personal de la Delegación Centro de la Municipalidad de Cipolletti y propuestas de solución de posibles puntos calientes”.



9. ANEXOS

ANEXO I: Datos obtenidos de mediciones de RNI en diferentes puntos del edificio municipal objeto de estudio.

La selección de los puntos de muestreo se realizó según cantidad y ubicación del personal y así también se realizó recorrido general detectando presencia de radiación electromagnética. Los valores en rojo son aquellos SAR Localizados calculados que superan los límites permitidos (0.8 W/Kg)

Piso 11 -Azotea: Oficina de Servicios Internos		
Densidad de Potencia (mw/cm2)	Cabeza	0.0003
	Cintura	0.0006
	Rodillas	0.0005
Densidad de Potencia (w/m2)	Cabeza	0.003
	Cintura	0.006
	Rodillas	0.005
Campo Eléctrico (V/m)	Cabeza	1.34
	Cintura	1.19
	Rodilla	1.16
SAR (W/Kg)	Cabeza	1.58
	Cintura	0.62
	Rodilla	0.71
Microondas	No	
Modem	No	
Antigüedad del personal	5 años	

Piso 11				
		Sector Monitoreo (Auditoria)	Central 147 (Reclamos)	Central 109 (Emergencias)
Densidad de Potencia (mw/cm2)	Cabeza	0.0001	0.0002	0.0005
	Cintura	0.0002	0.0001	0.0002
	Rodillas	0.0001	0.0001	0.0002
Densidad de Potencia (W/M2)	Cabeza	0.001	0.002	0.005
	Cintura	0.002	0.001	0.002
	Rodillas	0.001	0.001	0.002
Campo Eléctrico (V/M)	Cabeza	0.71	1.01	1.49
	Cintura	0.87	0.62	0.80
	Rodilla	0.82	0.58	0.86
SAR (W/Kg)	Cabeza	1.33	1.35	1.17
	Cintura	1.00	1.01	0.84
	Rodilla	1.78	0.89	0.98

“Determinación de niveles de exposición de radiaciones no ionizantes en el personal de la Delegación Centro de la Municipalidad de Cipolletti y propuestas de solución de posibles puntos calientes”.



Microondas	No	Si	Si
Modem	No (cableado)	No (cableado)	No (cableado)
Antigüedad del personal	11 años	10 años	10 años
Observaciones	Jornada Laboral: de 7 a 14 de Lunes a Viernes Cantidad de personas: 2.	Funcionamiento 24 hs turnos rotativos de 8 hs. (tiene radios para contactarse con hospital /policía/bomberos)	Funcionamiento 24 hs turnos rotativos de 8 hs (se encuentran alojados equipos correspondientes a las antenas de bomberos, hospital y policía)

Piso 10- Secretaria de Obras Públicas - Ala Norte			
		Punto 1	Punto 2
Densidad de Potencia (mw/cm2)	Cabeza	0.0001	0.0001
	Cintura	0.0003	0.0001
	Rodillas	0.0005	0.0001
Densidad de Potencia (W/m2)	Cabeza	0.001	0.001
	Cintura	0.003	0.001
	Rodillas	0.005	0.001
Campo Eléctrico (V/M)	Cabeza	0.52	0.68
	Cintura	1.49	0.60
	Rodilla	1.02	0.55
SAR (W/Kg)	Cabeza	0.716	1.22
	Cintura	1,76	0.95
	Rodilla	0.55	0.80
Microondas		No	
Modem		No (internet cableado)	
Antigüedad del personal		Antigüedad 20 años	
Observaciones		Jornada laboral: Lunes a Viernes de 7 a 14 hs Sin síntomas.	

“Determinación de niveles de exposición de radiaciones no ionizantes en el personal de la Delegación Centro de la Municipalidad de Cipolletti y propuestas de solución de posibles puntos calientes”.



Piso 10-- Ala Sur -Secretaria de Obras Publicas -					
		Arquitectura	Proyectos especiales	Coordinación general	Coordinación general
Densidad de Potencia (mw/cm2)	Cabeza	0.0002	0.0003	0.0004	0.0002
	Cintura	0.0002	0.0001	0.0003	0.0001
	Rodillas	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001
Densidad de Potencia (mw/cm2)	Cabeza	0.002	0.003	0.004	0.002
	Cintura	0.002	0.001	0.003	0.001
	Rodillas	0.001	0.001	0.002	0.001
Campo Eléctrico (V/M)	Cabeza	0.78	1.01	0.68	0.54
	Cintura	0.71	0.51	0.82	0.57
	Rodilla	0.71	0.41	0.71	0.59
SAR (W/Kg)	Cabeza	0.80	0.90	0.30	0.38
	Cintura	0.66	0.68	0.59	0.43
	Rodilla	1.32	0.44	0.66	0.92
Microondas					
		Si		si	
Modem					
		Si		si	
Antigüedad del personal	Antigüedad 20 años				
Observaciones	L lunes a Viernes de 7 a 14 hs Sin síntomas				

Piso 9 (Ala Norte) -Informática			
		Pto 1	Pto2 (foto)
Densidad de Potencia (mw/cm2)	Cabeza	0.0002	0.0001
	Cintura	0.0002	0.0001
	Rodillas	0.0001	0.0002
Densidad de Potencia (w/m2)	Cabeza	0.002	0.001
	Cintura	0.002	0.001
	Rodillas	0.001	0.002
Campo Eléctrico (V/M)	Cabeza	0.71	0.75
	Cintura	0.73	0.60
	Rodilla	0.73	0.66
SAR (W/Kg)	Cabeza	0.60	1.79
	Cintura	0.70	0.95
	Rodilla	1.41	0.57
Microondas			
		No	
Modem			
		Si	
Antigüedad del personal	Menos 10 años		
Observaciones	Jornada laboral: Lunes a Viernes 7 a 14 Sin síntomas		

“Determinación de niveles de exposición de radiaciones no ionizantes en el personal de la Delegación Centro de la Municipalidad de Cipolletti y propuestas de solución de posibles puntos calientes”.



Piso 9 (Ala Sur)							
		Dir. Obras de Infraest.		Alumbrado público y redes			Dep. Obras por Admin.
		Pto 1	Pto 2	Pto 1 balcón	Pto 2	Pto 3	Pto 1
Densidad de Potencia (mw/cm2)	Cabeza	0.0001	0.0002	0.0014	0.0001	0.001	0.0005
	Cintura	0.0001	0.0001	0.0005	0.0001	0.001	0.0002
	Rodillas	0.0001	0.0001	0.0003	0.0001	0.001	0.0002
Densidad de Potencia (W/m2)	Cabeza	0.001	0.002	0.014	0.001	0.01	0.005
	Cintura	0.001	0.001	0.005	0.001	0.01	0.002
	Rodillas	0.001	0.001	0.003	0.001	0.01	0.002
Campo Eléctrico (V/M)	Cabeza	0.70	0.88	2.17	0.71	0.58	1.38
	Cintura	0.37	0.68	1.33	0.71	0.55	0.71
	Rodilla	0.35	0.62	1.04	0.63	0.48	0.81
SAR (W/Kg)	Cabeza	1.29	1.02	0.89	1.33	0.08	1.01
	Cintura	0.36	1.22	0.93	1.33	0.08	0.66
	Rodilla	0.32	1.01	0.95	1.05	0.06	0.87
Microondas		No	No	No			No
Modem		No	No	Si			Si en pasillo
Antigüedad del personal		20 años.	20 años.	4 años o menos			Mayor a 20 años.
Observaciones		Jornada laboral: Lunes a Viernes de 7 a 14 hs Sin síntomas		Jornada laboral: Lunes a Viernes 7 a 14 Sin síntomas			Jornada laboral: Lunes a Viernes 7 a 14 Sin síntomas

PISO 8						
		Dir.de compras y suministro	Contraloría		Secret. Innovación tecnológica	Patrimonio
		Pto 1	Pto 1 (foto)	Pto 2	Pto 1	Pto 1
Densidad de Potencia (mw/cm2)	Cabeza	0.0002	0.0002	0.0001	0.0014	0.0003
	Cintura	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	0.0002
	Rodillas	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.0005
Densidad de Potencia (w/m2)	Cabeza	0.002	0.002	0.001	0.014	0.003
	Cintura	0.001	0.001	0.001	0.004	0.002
	Rodillas	0.001	0.002	0.002	0.004	0.005
Campo Eléctrico (V/M)	Cabeza	0.87	0.87	0.67	1.56	1.03
	Cintura	0.64	0.71	0.86	1.37	0.95
	Rodilla	0.86	0.93	0.72	0.99	1.09
SAR (W/KG)	Cabeza	1.00	1.00	1.19	0.46	0.93
	Cintura	1.08	1.33	1.96	1.24	1.19
	Rodilla	1.96	1.14	0.68	0.63	0.63
Microondas		Si	No		No	No
Modem		Si	Si		Internet por cable	Si
Antigüedad del personal		Menos 17 años	Menos 8 años		6 meses	4 años
Observaciones		Jornada laboral: Lunes a Viernes 7 a 14 Sin síntomas	Jornada laboral: Lunes a Viernes 7 a 14 Sin síntomas		Jornada laboral: Lunes a Viernes 7 a 14 Una persona con cáncer	Lunes a Viernes de de 8 a 16

PISO 7							
		Dir. Gestión económica (Marisol)	Tesorería		Dirección contable		
		Pto 1	Pto 1	Pto 1 (ventana sur)	Pto 2 (ventana norte)	Pto 1	Pto 2
Densidad de Potencia (mw/cm ²)	Cabeza	0.0015	0.0001	0.0003	0.0002	0.0001	0.0002
	Cintura	0.0018	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0003
	Rodillas	0.0014	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0003
Densidad de Potencia (W/m ²)	Cabeza	0.015	0.001	0.003	0.002	0.001	0.002
	Cintura	0.018	0.000	0.001	0.001	0.000	0.003
	Rodillas	0.014	0.000	0.001	0.001	0.000	0.003
Campo Eléctrico (V/M)	Cabeza	0.85	0.52	1.13	0.84	0.50	0.78
	Cintura	0.75	0.30	0.69	0.57	0.36	0.91
	Rodilla	0.71	0.30	0.61	0.52	0.36	0.96
SAR (W/Kg)	Cabeza	0.127	0.71	1.12	0.93	0.66	0.80
	Cintura	0.08	-	1.24	0.86	-	0.73
	Rodilla	0.09	-	0.98	0.71	-	0.81
Microondas		No	No	No	No	No	No
Modem		Si	Si	Si	Si		
Antigüedad del personal		7 años	Más antigua 19 años.		13 años		
Observaciones		Jornada laboral: Lunes a Viernes 7 a 14 Sin síntomas	Jornada laboral: Lunes a Viernes 7 a 14 Sin síntomas		Jornada laboral: Lunes a Viernes 7 a 14 Sin síntomas		

Piso 5					
		Direc. General Comunicación Instit.		Dirección de deportes	
		Pto 1	Pto 2	Pto 1	Pto 2
Densidad de Potencia (mw/cm ²)	Cabeza	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002
	Cintura	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001
	Rodillas	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Densidad de Potencia (w/m ²)	Cabeza	0.001	0.001	0.001	0.002
	Cintura	0.001	0.001	0.000	0.001
	Rodillas	0.001	0.001	0.001	0.001
Campo Eléctrico (V/M)	Cabeza	0.60	0.63	0.61	0.76
	Cintura	0.51	0.50	0.40	0.54
	Rodilla	0.54	0.66	0.55	0.46
SAR (W/Kg)	Cabeza	0.95	1.05	0.98	0.80
	Cintura	0.68	0.66	-	0.77
	Rodilla	0.77	1.15	0.80	0.56
Microondas		No		No	
Modem		Si		Si	
Antigüedad del personal		5 años		15 años	
Observaciones		Jornada laboral: Lunes a Viernes 7 a 14 Sin síntomas		Jornada laboral: Lunes a Viernes 7 a 14 Sin síntomas	

Piso 4										
		Secretaría de gobierno		Hábitat		Direc. hábitat	Administrativa y técnica		Intendencia	
		Pto 1	Pto 2	Pto 1	Pto 2	Pto 1	Pto 1	Pto 2	Pto 1	Pto 2
Densidad de Potencia (mw/cm ²)	Cabeza	0.0001	0.0001	0.0001	0.0008	0.0001	0.0006	0.0004	0.0002	0.0001
	Cintura	0.0001	0.0001	0.001	0.0002	0.0000	0.0002	0.0003	0.0001	0.0001
	Rodillas	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0000	0.0002	0.0001	0.0001	0.0000
Densidad de Potencia (mw/cm ²)	Cabeza	0.001	0.001	0.001	0.008	0.001	0.006	0.004	0.002	0.001
	Cintura	0.001	0.001	0.01	0.002	0.000	0.002	0.003	0.001	0.001
	Rodillas	0.001	0.001	0.002	0.002	0.000	0.002	0.001	0.001	0.000
Campo Eléctrico (V/M)	Cabeza	0.46	0.47	0.61	1.56	0.60	1.61	0.92	0.82	0.50
	Cintura	0.57	0.47	0.52	0.71	0.39	1.04	0.58	0.46	0.51
	Rodilla	0.60	0.42	0.75	0.86	0.37	1.02	0.90	0.46	0.52
SAR (W/Kg)	Cabeza	0.42	0.58	0.98	0.80	1.69	1.14	0.56	0.89	0.66
	Cintura	0.86	0.58	0.07	0.66	-	1.43	0.29	0.56	0.68
	Rodilla	0.95	0.46	0.74	0.98	-	1.37	2.14	0.56	-
Microondas	No		No	No	No		No		No	
Modem	Modem en otra sala		En pasillo	Si	Si .modem afuera		Si. modem adentro			
Antigüedad del personal	10 años		10 años	6 años	17 años		4 años			
Observaciones	Jornada laboral: Lunes a Viernes 7 a 14 Sin síntomas									

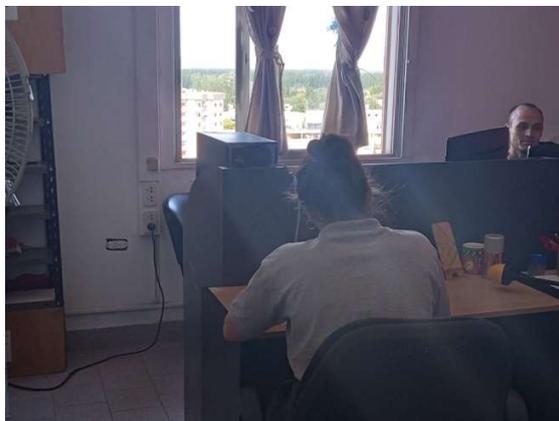
Piso 3							
		Dirección de Juventudes			Dir. General capacitación y empleo		Dirección general Capacitación y empleo
		Pto 1	Pto 2	Pto 3	Pto 1	Pto 2	Pto 1
Densidad de Potencia (mw/cm ²)	Cabeza	0.0006	0.0004	0.0003	0.0001	0.0002	0.0002
	Cintura	0.0002	0.0005	0.0001	0.0001	0.0002	0.0000
	Rodillas	0.0002	0.0005	0.0002	0.0002	0.0004	0.0000
Densidad de Potencia (w/m ²)	Cabeza	0.006	0.004	0.003	0.001	0.002	0.002
	Cintura	0.002	0.005	0.001	0.001	0.002	0.000
	Rodillas	0.002	0.005	0.002	0.002	0.004	0.000
Campo Eléctrico (V/M)	Cabeza	1.37	1.22	1.14	0.65	0.93	0.80
	Cintura	0.81	0.73	0.73	0.68	0.68	0.37
	Rodilla	1.08	0.76	0.96	0.69	0.91	0.35
SAR (W/Kg)	Cabeza	0.82	0.98	1.13	1.12	1.14	0.84
	Cintura	0.87	0.35	1.41	1.22	0.61	-
	Rodilla	1.54	0.30	1.22	0.63	0.54	-
Microondas	Si			No		No	
Modem	Si			Si. En pasillo		Si. En pasillo	
Antigüedad del personal	3 años			2 años		2 años	
Observaciones	Jornada laboral: Lunes a Viernes 7 a 14 Sin síntomas						

Cabe aclarar que en **planta baja** correspondiente a la recepción no se detectó densidad de potencia de radiaciones electromagnéticas no ionizante y el valor de campo eléctrico (E) medido fue muy bajo, a saber: 0.15 (V/M) cabeza, 0.15 (V/M) cintura, 0.22 (V/M) rodillas. Al no detectarse densidad de potencia de RNI no pudo ser calculado el SAR.

ANEXO II: Imágenes puntos medidos



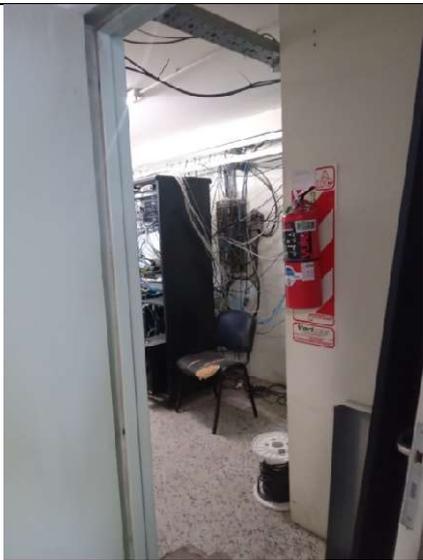
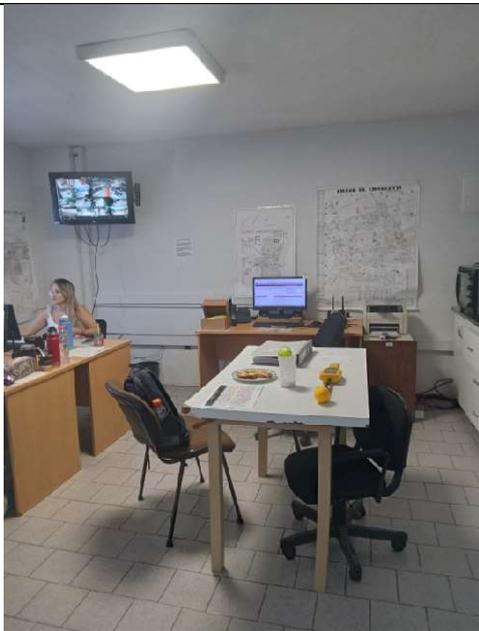
Piso 11 - Azotea: Oficina de Servicios Internos



Piso 11: Sector Auditoría



Piso 11: Vista de antenas de LU19 desde sector de Auditoría.

	
<p>Piso 11: Vista de equipo de comunicación correspondiente a las antenas localizadas en la azotea.</p>	<p>Piso 11: 147 -Sector reclamos.</p>
	
<p>Piso 11 - Vista equipo de radio (Sector emergencia)</p>	

	
<p>Piso 10: Secret. Obras Públicas Ala Norte-</p>	<p>Piso 10-Secret. Obras Públicas -Ala Norte-</p>
	
<p>Piso 10- Ala Sur- Arquitectura- Proyectos especiales</p>	



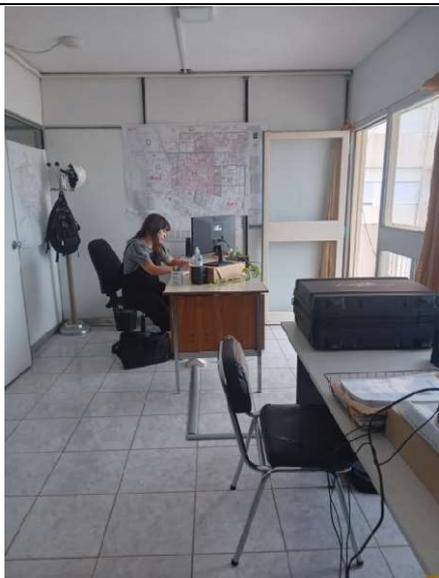
Piso 10: Coordinación General



Piso 9- Ala Sur- Dirección de Tecnología de la Información



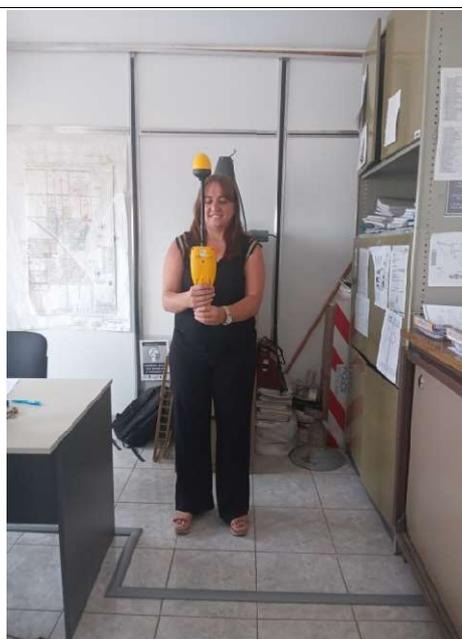
Piso 9: Informática



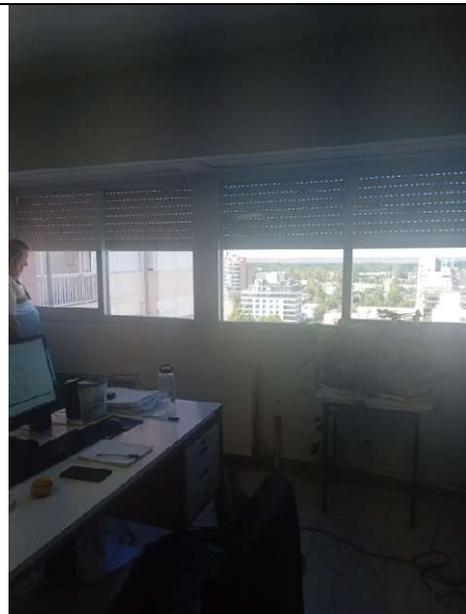
Piso 9: Ala Sur: Obras e Infraestructuras



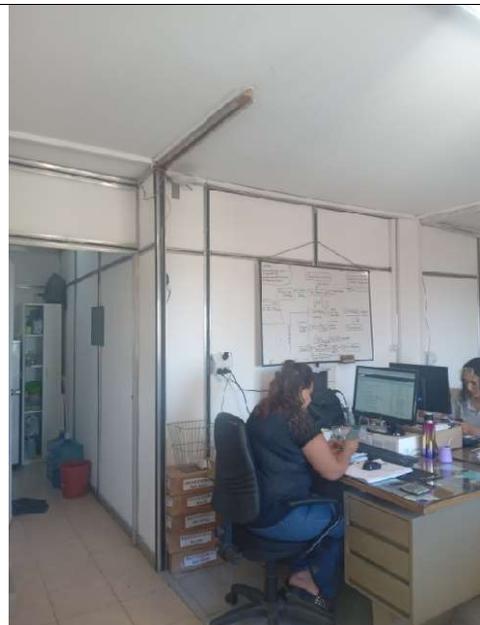
Piso 9: Vista del exterior - Ala Sur: Obras e Infraestructuras



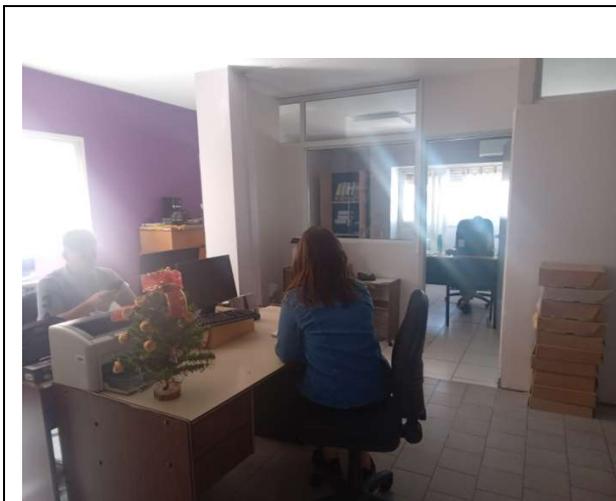
Piso 9 : Ala Sur - Alumbrado Público



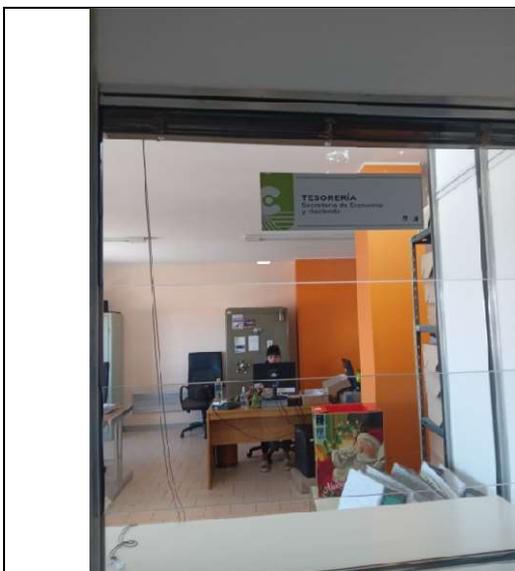
Piso 8- Ala Sur -Secret. Innovación tecnológica



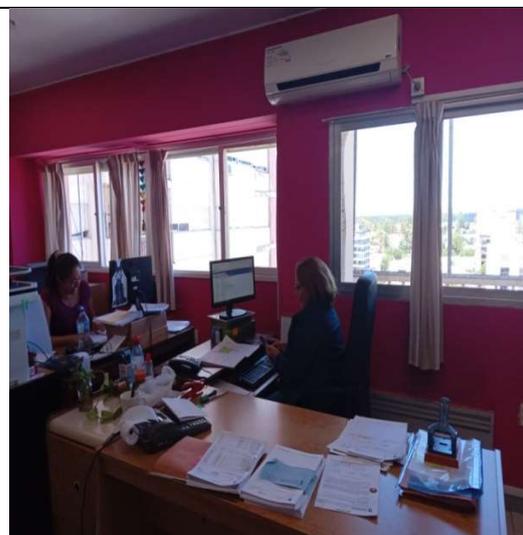
Piso 8: Ala Norte - Dir. Compras y Suministro.



Piso 8: Ala Norte – Contraloría.



Piso 7-Suroeste: Tesorería.



Piso 7 – Ala Sur - Dirección Contable.



Piso 5 - Ala Sur- Dirección de Comunicación Institucional.



Piso 5: Ala Sur- Dirección de Comunicación Institucional.



Piso 4: Ala Sur –Vista exterior desde Secretaria de Gobierno.



Piso 4: Noroeste - Dirección Ad. y Técnica.



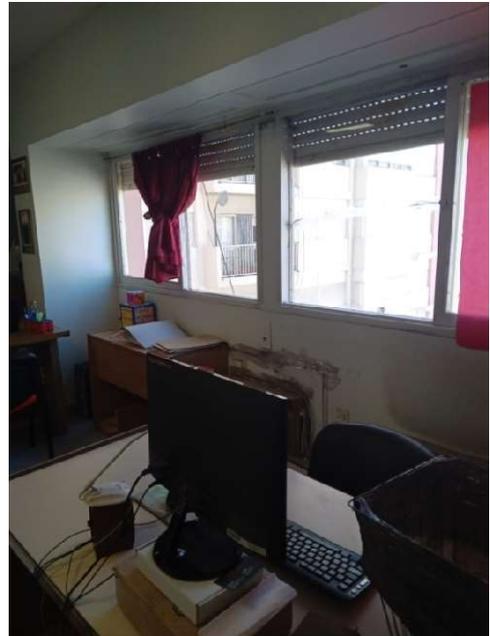
Piso 4: Ala Norte (Intendencia)



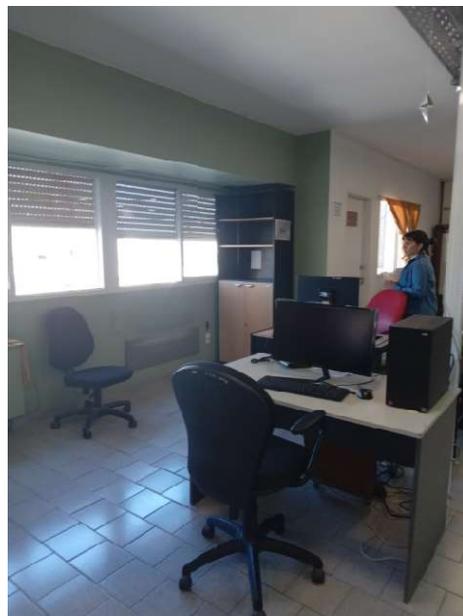
Pis 4 : Vista router sobre techo de Intendencia



Piso 3: Ala Sur- Dirección de Juventudes



Piso 3: Ala Sur- Vista hacia el exterior desde Dirección de Juventudes.



Piso 3: Ala Sur- Vista hacia el exterior desde Dirección de Juventudes.



Piso 3: Suroeste- Dirección de Juventudes



Piso 3: Noroeste- capacitación y empleo



Piso 3: Norte - vista router



Piso 3: Norte – Dir. General de capacitación y empleo.



Piso 3 - Noroeste- Dir. General de Capacitación y empleo.

ANEXO III: Características Medidor RNI NARDA

Descripción

El Narda NBM-550 forma parte de la familia de instrumentos NBM-500. Ofrece resultados extremadamente precisos para las mediciones de intensidad de campo electromagnético. El NBM-550 maneja aplicaciones desde unos pocos hercios hasta ondas largas y hasta radiación de microondas de alta frecuencia utilizando una selección de sondas intercambiables para campos eléctricos y magnéticos.

Las intensidades de campo se capturan con sondas de respuesta de frecuencia planas o sondas con respuesta de frecuencia conformada, lo que permite evaluar los valores de medición con respecto a una norma ambiental o de seguridad laboral. Los factores de calibración de cada sonda se almacenan en la propia sonda y son leídos y tenidos en cuenta automáticamente por el equipo de medición.

Aplicación

- Medición y supervisión de las intensidades de campo en torno a los equipos de radiodifusión y radar
- Medición de las intensidades de campo de los transmisores de telefonía celular y los sistemas de comunicaciones por satélite para demostrar el cumplimiento de los valores límite de las normas de seguridad humana
- Medición de intensidades de campo en el entorno industrial, como equipos de soldadura de plásticos, equipos de calentamiento, templado y secado de RF
- Medidas para la protección de usuarios de equipos de diatermia y otros dispositivos médicos que generan radiación de alta frecuencia
- Medición de la intensidad de campo en celdas TEM y cámaras de absorción para demostrar la compatibilidad electromagnética (EMC)

El equipo contiene

- Unidad básica NBM-550
- Estuche rígido de la serie NBM, para hasta 5 sondas
- Fuente de alimentación 9VDC, 100V-240VAC
- Batería recargable tamaño AA
- Correa para el hombro, 1 m
- Trípode, Sobremesa, 0,16 m
- Cable, interfaz USB
- Software, NBM-TS
- Manual de instrucciones NBM-550

