



Escola Politècnica Superior  
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

## **MÁSTER EN EDIFICACIÓN TRABAJO FINAL DE MÁSTER**

### **PROTECCIÓN CONTRA LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS EN LA EDIFICACIÓN**

**Estudiantes:** Manuel J. Colón de la Cruz / Dhariana A. Rojas Reyes.

**Director:** Enric Aulí Mellado.

**Convocatoria:** Junio 2012



**RESUMEN.**

Es una realidad comprobada de que existen personas electrosensibles, esto ha despertado consigo la preocupación del sector científico y de la construcción. Los Materiales contra las Radiaciones Electromagnéticas en la Edificación proporcionan una alta absorción de dicha radiación, el mercado ofrece una amplia gama que se distribuye entre el mobiliario interno y las fachadas.

Los organismos internacionales, que por lo general están vinculados al bienestar del ser humano, han estado investigando el tema durante años. Cada vez más se determinan directrices sobre recomendaciones y repercusiones sobre los Campos Electromagnéticos. En base a las directrices más conocidas y respetadas hemos creado un proceso de investigación teórica y puesta en práctica de los materiales de protección.

Mediante diferentes parámetros y metodologías de recolección de datos en un espacio afectado de radiación, se ha basado la investigación, Inicialmente en colaboración del Ayuntamiento de Catalunya y La Fábrica del Sol. Muestreos que en principio no fueron fructíferos y tras una nueva búsqueda, un lugar propicio fue encontrado. Consistió en determinar un valor porcentual del promedio existente en dicho piso, por medio de repeticiones de mediciones a lo largo de todo un día. Luego de haber encontrado una alta incidencia, se procedió a aplicar una serie de materiales destinados a bloquear esta radiación.

Lo resultados fueron altos porcentajes de protección, arrojando valores muy a la par con lo que se ofrece en el mercado según su efectividad. Esto nos ha llevado a formular recomendaciones favorables para el sector de la edificación, puesto que este tema, desde el punto de vista de la construcción no ha sido muy considerado.

Tratamos de indicar todo el desarrollo en forma de memoria descriptiva, generando tablas y gráficos que proporcionarán un mejor y fácil entendimiento técnico del comportamiento de todo el proceso.



**ABSTRACT.**

It's a proven fact that there are electro-sensitive people, this has brought the concern of the scientific and construction sector. On the construction sector the materials against Electromagnetic Fields provide a high absorption of this radiation, the market offers a wide range of components that are distributed between the buildings internals furniture's and facades.

Internationals organizations that are usually linked to human welfare have been investigating this subject for years. They increasingly determine recommendations and guidelines on EMF effects. Based on the best known and respected guidelines we have created a process of research and practical implementation of those protective materials.

This research has been based using different parameters and data collection methodologies in an area affected by radiation, Initially by the Catalonia City Hall and La Fábrica del Sol. Samples that were not initially successful and after a new search, a suitable place was found. The main purpose was to determine an average percentage value of the existing floor, through repetitions of measurements over an entire day. Having already found a high incidence we applied a series of materials designed to block this radiation.

The results were a high rate of protection, yielding values much on par with respect to its market promotion, according to its effectiveness. This has led us to formulate recommendations that will serve for the building sector, since this subject, from the viewpoint of construction have not been considered as it has to.

We try to indicate the development of the whole proyect by making specifications, creating charts and graphs that provide a better and easier technical understanding of the behavior of the whole process.



**INDICE.**

<b>Resumen.....</b>	<b>1</b>
<b>Índice.....</b>	<b>5</b>
<b>Glosario.....</b>	<b>9</b>

**MARCO GENERAL.**

<b>CAPITULO 1. Introducción.....</b>	<b>11</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	12
1.2 Objetivo general.....	12
1.3 Objetivos específico.....	12
1.4 Metodología.....	13
1.5 Hipótesis .....	14

**MARCO TEÓRICO.**

<b>CAPITULO 2. Campos Electromagnéticas.....</b>	<b>15</b>
2.1 Antecedentes.....	15
2.2 Definición de campos electromagnéticos.....	16
2.2.1 Conceptos básicos.....	16
2.2.1.1 Campo eléctrico.....	16
2.2.1.2 Campo magnético.....	17
2.2.1.3 Campos electromagnéticos.....	19
2.3 Tipos de campos electromagnéticos.....	20
2.3.1 Fuentes naturales.....	20
2.3.2 Fuentes generadas por el hombre.....	20
2.4 Clasificación de los campos electromagnéticos artificiales.....	21
2.4.1 Campos electromagnéticos de baja frecuencia.....	21
2.4.2 Campos electromagnéticos de frecuencia intermedia.....	22
2.4.3 Campos electromagnéticos de alta frecuencia.....	22
2.4.4 Radiaciones no ionizantes e ionizantes.....	22
2.5 Radiaciones electromagnéticas dentro de la edificación.....	24
2.5.1 Fuentes de mayor incidencia.....	24
2.5.2 Radiación electromagnética externa (caso práctico).....	27
<b>CAPITULO 3. Estudios y efectos de las radiaciones electromagnéticas.....</b>	<b>28</b>
3.1 Estudios.....	28

3.1.1 Métodos de estudio.....	29
3.2 Efectos.....	31
3.2.1 Efectos biológicos y sobre la salud.....	33
3.2.2 Efectos térmicos, eléctricos y de alteración de la permeabilidad celular.....	33
- Efectos térmicos.	
- Efectos eléctricos.	
- Alteración de la permeabilidad de la membrana celular.	
3.3 Evaluación de estudios.....	36
3.4 Resultados y efectos de la evaluación de los estudios.....	36
<b>CAPITULO 4. Población afectada.....</b>	<b>42</b>
4.1 Electrosensibilidad.....	43
4.2 Situación mundial.....	44
4.3 Normativas europeas.....	46
4.4 Situación en España.....	47
<b>CAPITULO 5 Instrumentos de medición.....</b>	<b>49</b>
5.1 Aparatos actuales.....	50
<b>CAPITULO 6. Materiales de protección.....</b>	<b>52</b>
6.1 Materiales para la edificación.....	53
6.1.1 Paredes y techos.....	53
6.1.2 Ventanas.....	55
6.1.3 Camas.....	56
6.1.4 Suelos.....	56
<b>CAPITULO 7. Fabrica del Sol. (Caso Práctico I) .....</b>	<b>58</b>
7.1 Descripción.....	58
- ¿Qué es La Fábrica del Sol?	
- ¿Qué ofrece?	
7.2 Ubicación.....	59
7.3 Morfología.....	60
7.4 Mediciones.....	62
7.4.1 Metodología.....	62
7.4.2 Recolección de datos.....	63
7.4.2.1 Frecuencia 900 Mhz.....	64

7.4.2.2 Frecuencia 1800 Mhz.....	65
7.4.2.3 Frecuencia UMTS.....	65
7.4.2.4 Comparación resultados obtenidos.....	65
7.5 Conclusiones.....	67
<b>CAPITULO 8. Programa de investigación en vivienda (Caso Práctico II) .....</b>	<b>68</b>
8.1 Metodología.....	68
8.2 Ubicación del lugar .....	68
8.3 Descripción del lugar.....	70
8.4 Instrumento de medición. Spectran HF 2025E.....	71
8.4.1 Mediciones preliminares.....	72
8.4.2 Mediciones directas.....	73
8.4.3 Resultados.....	75
8.5 Conclusiones preliminares.....	76
<b>CAPITULO 9. Programa experimental.....</b>	<b>77</b>
9.1 Materiales a utilizar.....	77
9.2 Metodología.....	78
9.3 Implementación de materiales.....	79
9.3.1 Tela de cortinas.....	79
9.3.2 Película (Folio de cristal) .....	80
9.4 Segunda fase de mediciones.....	80
9.4.1 Mediciones con cortina.....	80
9.4.2 Mediciones con Folio.....	81
9.4.3 Mediciones con Cortina y Folio.....	82
9.5 Resultados preliminares.....	84
9.6 Comparación de resultados.....	85
<b>Conclusiones.....</b>	<b>87</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>89</b>
<b>Agradecimientos.</b>	
<b>Bibliografía.</b>	
<b>Anexos.</b>	



**GLOSARIO.****Acrónimos**

<b>AC</b>	Corriente alterna (alternating current)
<b>ADN</b>	Ácido desoxirribonucleico
<b>AENOR</b>	Asociación Española de Normalización y Certificación
<b>AGNIR</b>	Grupo de Consulta sobre la Radiación No Ionizante (Advisory Group on Non-Ionising Radiation)
<b>AM</b>	Amplitud modulada
<b>CE</b>	Campo Eléctrico
<b>CEM</b>	Campo Electromagnético
<b>CM</b>	Campo Magnético
<b>CNNT</b>	Centro Nacional de Nuevas Tecnologías
<b>E</b>	Campo Eléctrico
<b>ELF</b>	Muy baja Frecuencia (Extremely Low Frequency)
<b>FM</b>	Frecuencia Modulada
<b>GPRS</b>	Servicio General de Paquetes vía Radio (General Packet Radio Service)
<b>GSM</b>	Sistema Global para las comunicaciones Móviles (Global System for Mobile communications)
<b>IARC</b>	Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (International Agency for Research on Cancer)
<b>ICNIRP</b>	Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones no Ionizantes (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)
<b>IEEE</b>	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (Institute of Electrical and Electronic Engineers)
<b>ISO</b>	Organización Internacional para la Estandarización (International Organization for Standarization)
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, WHO)
<b>RL</b>	Nivel de Referencia (Reference Level)
<b>REM</b>	Radiaciones Electromagnéticas
<b>RF</b>	Radio Frecuencia
<b>SNC</b>	Sistema Nervioso Central
<b>TM</b>	Telefonía Móvil
<b>UMTS</b>	Sistema universal de telecomunicaciones móviles (Universal Mobile Telecommunications System o 3GSM)
<b>UV</b>	Ultravioleta
<b>UNE</b>	Una norma Española

**Símbolos, Magnitudes y Unidades Electromagnéticas**

<b>A/m</b>	Amperios por metro
<b>dB</b>	Decibelio
<b>E</b>	Campo Eléctrico
<b>Ghz</b>	Mil millones de Hercios
<b>Hz</b>	Hercios o ciclos por segundo
<b>Khz</b>	kilohercios
<b>kV/m</b>	KiloVoltios por Metro
<b>mG</b>	Mili Gauss
<b>Mhz</b>	Millones de Hercios
<b>V/m</b>	Voltios por Metro
<b>mT</b>	Militelsa
<b>mW/m<sup>2</sup></b>	Mili Vatios
<b>nW/cm<sup>2</sup></b>	Nano Vatios por Metro Cuadrado
<b>Thz</b>	Terahercios
<b>V</b>	Voltios
<b>W</b>	Vatios
<b>W/m<sup>2</sup></b>	Vatios por Metro Cuadrado
<b>W/kg</b>	Vatios por Kilogramos
<b>μT ó fÊT</b>	Microtesla
<b>μW/cm<sup>2</sup></b>	Microvatios por Metro Cuadrado

## CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN.

El siguiente trabajo de investigación muestra los pocos pero cada vez más conocidos efectos que tienen las radiaciones electromagnéticas en el ser humano. Somos seres bioelectromagnéticos y los intercambios electromagnéticos son la base de nuestras funciones vitales. Nuestros sentidos, movilidad muscular, incluso nuestros pensamientos se deben a impulsos eléctricos del sistema nervioso.

Durante milenios los seres humanos hemos estado en contacto físico con nuestro medioambiente natural y la evolución se realizó con intercambios electromagnéticos permanentes con la tierra. Sin embargo en las últimas décadas el medio electromagnético natural ha sido alterado mil millones de veces por la tecnología. Siendo los campos electromagnéticos artificiales de todas las frecuencias, una de las influencias más comunes y de crecimiento más rápido en todo el mundo, sobre la que existe una gran ansiedad y especulación, debido a que todas las poblaciones están expuestas a las mismas, en mayor o menor grado, y este nivel de exposición irá en aumento.

Se han mantenido posturas sobre el daño de las radiaciones electromagnéticas, la gran mayoría no a favor de ellas, sin embargo se continuaron las investigaciones y hace pocos años se ha llegado a plantear lo perjudicial que pueden llegar a ser. Hacemos una pequeña reflexión de lo que son estas radiaciones y su influencia en la salud de los seres vivos, las diferentes vertientes y primeros estudios sobre el tema. De este modo se obtendrá un mejor análisis e interpretación del proceso de investigación.

Cabe destacar que dichos estudios han llegado a conclusiones serias, por este motivo se comenzaron a producir iniciativas, las cuales han generado nuevos materiales aislantes. Estos están siendo derivados a una amplia gama de soluciones para la protección, tanto para el interior y el exterior de las edificaciones. Debido a que pequeñas repercusiones sobre la salud, por exposiciones de campos electromagnéticos, podrían producir un gran impacto en la salud pública.

Significando todo esto una gran ventaja y avance tecnológico en lo que se refiere a la construcción y la salud del usuario. Es una rama de la salud y la construcción relativamente nueva. Pero que poco a poco está abarcando un amplio mercado que cada vez más se ve interesado en la salud y el bienestar del ser humano junto al medio que le rodea.

### **1.1 Planteamiento del problema.**

Dentro de la preocupación global con respecto a los diversos temas de la contaminación medioambiental, existe una que silenciosamente golpea nuestros cuerpos y que invisiblemente afecta nuestros organismos, no referimos a los campos electromagnéticos, los cuales muchos de ellos se encuentran dentro de las edificaciones.

Estamos rodeados de una combinación compleja de campos eléctricos y magnéticos artificiales, especialmente en el medio urbano, en principio por las redes eléctricas alternas de baja frecuencia, redes de alta tensión, transformadores, maquinarias, electrodomésticos ordenadores, etc...

Más recientemente la invasión inalámbrica, sistemas de telecomunicaciones, radio, telefonía móvil, etc. Sistemas que emiten ondas que invaden nuestro organismo con partículas cargadas de energía, pudiendo ocasionar efectos secundarios en el mismo.

Hoy en día esta contaminación de CEM (Campos Electromagnéticos) no ha sido debidamente estudiada y analizada en los proyectos de construcción o rehabilitación, con el fin de mitigar o reducir la radiaciones provenientes del exterior de la edificación.

### **1.2 Objetivo General.**

Establecer una red de parámetros que aporten recomendaciones a los profesionales de la edificación, con el fin de diseñar y/o rehabilitar tomando en cuenta las protecciones contra las radiaciones electromagnéticas, basados en la comprobación del buen funcionamiento de materiales de blindaje, según las conclusiones obtenidas, por medio de las mediciones y comparaciones prácticas.

### **1.3 Objetivos Específicos.**

- Determinar qué y cuales son los campos electromagnéticos.
- Identificar los tipos de CEM existentes.
- Investigar el funcionamiento de los CEM.
- Describir los efectos que generan en los seres humanos.
- Investigar los estudios realizados a nivel global sobre la contaminación de REM.
- Conocer las legislaciones y parámetros a nivel nacional.
- Identificar y conocer el porcentaje de la población electrosensible.

- Identificar, conocer y seleccionar los materiales de protección contra las REM.
- Realizar pruebas de medición que nos permitan evaluar el grado de radiación antes y después de la aplicación de los materiales de protección.
- Determinar el impacto y la eficacia real de los materiales de protección.
- Establecer recomendaciones según los datos obtenidos.

#### **1.4 Metodología.**

Nos enfocaremos en buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos podrán ocuparse tanto de la determinación de las causas, como de los efectos, mediante las pruebas obtenidas. Sus resultados y conclusiones constituirán un nivel más profundo de conocimiento.

Se utilizará el estudio enmarcado dentro de la modalidad de investigación de campo, de tipo descriptiva, basada en los análisis de fuentes bibliográficas y documentos relativos al impacto de las radiaciones electromagnéticas, en el cual se emplearan criterios sistemáticos para destacar los elementos del tema que nos ocupa.

Para responder a lo antes expuesto, se requiere integrar de manera coherente y adecuada las técnicas de recolección de datos utilizados, análisis previstos y objetivos.

#### **Técnicas de Recolección de Datos.**

La recopilación documental será apropiada para ahorrar esfuerzos, evitando el redescubrimiento de lo ya encontrado y obtener los conocimientos necesarios que sean de provecho para la investigación, como es el caso de los estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud OMS, (WHO) siglas en ingles. Entre ellos informes y estudios referentes al tema, proporcionando elementos de comparación y un punto de partida de gran utilidad (universidades, instituciones públicas, centros de investigación, etc.).

Dentro de esta técnica de recopilación se entiende, que serian de gran ayuda las fuentes de información de las publicaciones periodísticas (diarios, revistas, seminarios, boletines, etc.), ya que representan un medio eficaz y de fácil consulta, ofreciendo un reflejo tanto del pasado como los acontecimientos actuales, mostrando los diferentes aspectos del interés público.

La observación, procedimiento empírico, en el cual se perciben los hechos y la realidad social presente en su contexto de desarrollo, intentando captar aquellos aspectos significativos de la investigación, con el objetivo de determinar las condiciones del lugar, determinar tipologías, mediante fotografías y levantamientos esquemáticos de las áreas de estudio.

### **1.5 Hipótesis.**

- Las prevenciones contra las radiaciones electromagnéticas serán tomadas más en cuenta, mientras sigan surgiendo proyectos de investigación con conclusiones verídicas.
- Los avances y estudios tecnológicos proporcionan una amplia gama de nuevos materiales que favorecen a la protección contra las radiaciones electromagnéticas.
- Este estudio servirá de guía de recomendación para los profesionales de la edificación e interesados en proteger el medio de habitad o laboral del ser humano contra las radiaciones electromagnéticas.

## **CAPITULO 2. CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.**

### **2.1 Antecedentes.**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y su informe, "Estableciendo un dialogo sobre los riegos de los campos electromagnéticos", los efectos potenciales en la salud debido a los CEM producidos por el hombre ha sido un tema de interés científico desde finales de los años 1800, y han recibido particular atención durante los últimos 30 años.

Los campos electromagnéticos (CEM) ocurren en la naturaleza y por lo tanto siempre han estado presentes en la tierra. Sin embargo, durante el siglo XX, la exposición ambiental a fuentes de CEM hechas por el hombre, se ha incrementado sin parar, debido a la demanda de la electricidad, las siempre crecientes tecnologías inalámbricas y los cambios de prácticas laborales y conductas sociales.

A principios del siglo XX las personas se preocuparon por los posibles efectos en la salud, de los focos de luz y los campos emanados de los alambres de los postes telefónicos. Ningún efecto a la salud apareció, y estas tecnologías fueron gradualmente aceptadas como parte del estilo de vida normal. El entendimiento, adaptación e introducción de nuevas tecnologías, depende en gran parte de la forma que es presentada y como sus riesgos y beneficios son interpretados por un público siempre más desconfiado.

La tecnología moderna ofrece herramientas poderosas para estimular todo un conjunto de beneficios para la sociedad, adicionalmente al desarrollo económico. Sin embargo, el progreso tecnológico en el sentido más amplio siempre ha sido asociado con riesgos y peligros. Las aplicaciones industriales, comerciales y en el hogar, los CEM no son la excepción.

En todo el mundo, algunos miembros del público en general han indicado su preocupación por la exposición a CEM provenientes de fuentes tales como líneas de energía de alto voltaje, radares, teléfonos móviles y sobre sus estaciones bases, ya que podrían conducir a consecuencias adversas a la salud, especialmente en niños. Como resultado, la construcción de nuevas líneas de energía y redes de telefonía móvil han encontrado una considerable oposición en algunos países.

La preocupación del público a causa de las nuevas tecnologías frecuentemente proviene del no conocimiento de los posibles daños que a simple vista no pueden percibirse.

La historia reciente ha mostrado que la falta de conocimiento acerca de las consecuencias sobre la salud de los avances tecnológicos, puede no ser la única razón para la oposición social a las innovaciones. La falta de atención a las diferencias de percepción de riesgo que no son adecuadamente reflejadas en las comunicaciones entre los científicos, los gobiernos, la industria y el público, es también una causa. Es por esta razón que la percepción de los riesgos y la comunicación del mismo son aspectos principales del tema de los CEM. [1]

En 1997 se elaboró una agenda de investigación en el marco del Proyecto Internacional CEM de la Organización Mundial de la Salud (OMS), con el fin de facilitar y coordinar la investigación sobre los posibles efectos perjudiciales para la salud de las radiaciones no ionizantes. En años sucesivos, este programa ha sido objeto de exámenes y mejoras periódicas. [2]

Siendo el 31 de Mayo de 2011, la más reciente publicación de la OMS en conjunto con la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IACR), la declaración de los posibles efectos cancerígenos sobre el ser humano, específicamente producida por la telefonía móvil.

## **2.2 Definición campos electromagnéticos.**

Se deben conocer dos conceptos diferentes, pero vinculados antes de proporcionar una definición de los CEM. Primero están los campos eléctricos, con orígenes que dependerán de la diferencia de su voltaje, no son visibles pero si medibles. Son considerados perturbaciones que modifican el espacio físico que le rodea. El segundo, son los campos magnéticos, que inicialmente se originan de las corrientes eléctricas y es un campo en donde esencialmente existe una atracción magnética.

### **2.2.1 Conceptos básicos.**

#### **2.2.1.1 Campo Eléctrico.**

El campo eléctrico **E** es un campo que origina fuerzas que actúan sobre las cargas eléctricas y que a su vez se produce en presencia de cargas eléctricas. En tanto campo de fuerzas, se trata de una magnitud vectorial, es decir caracterizada por una intensidad y una dirección, las cuales, en un punto dado del espacio, pueden ser variables con el tiempo, como es el caso para las instalaciones eléctricas que operan con corriente alterna.

La fuente de los campos eléctricos es la tensión eléctrica. La intensidad del campo eléctrico, **E** se mide en Voltios por metro (V/m), o múltiplos como kiloVoltios por metro (1 kV/m = 103 V/m). Cuanto mayor sea la tensión del conductor mayor será la intensidad de dicho campo eléctrico a una determinada distancia. Dicha intensidad disminuye rápidamente con la distancia, aunque para las distribuciones de cargas que resultan de las complejas geometrías de las instalaciones eléctricas típicas; no puede en general afirmarse que la disminución sea con el cuadrado de la distancia. Sin aumentar la distancia a una instalación, la intensidad del campo eléctrico también puede ser disminuida eficazmente mediante el empleo de diversas técnicas de apantallamiento, empleando combinaciones de materiales conductores y aislantes de la electricidad.

Los mayores campos eléctricos suelen encontrarse debajo de las líneas de transmisión en Alta Tensión y Extra Alta Tensión (Figura 2.2.1.1). Cuando los conductores están enterrados en el suelo (cables subterráneos), aún cuando se trate de instalaciones en Alta Tensión, los campos eléctricos generados casi no pueden detectarse en la superficie.



Figura 2.2.1.1: campo eléctrico  
<http://telergia.blogspot.com>

Asimismo, existe un campo eléctrico natural establecido entre la ionosfera y la superficie terrestre, cuyos valores pueden variar desde los 400 V/m, en días de buen tiempo, hasta los 20 kV/m en días de tormenta.

### 2.2.1.2 Campo Magnético.

El campo magnético es también un campo de fuerzas que se aplican a cargas eléctricas. A diferencia del campo eléctrico que aparece con la sola presencia de cargas eléctricas, para originarse un campo magnético se requiere el movimiento de

al menos alguna carga eléctrica. En tanto campo de fuerzas, se trata de una magnitud vectorial, caracterizada por una intensidad y una dirección, las cuales, en un punto dado del espacio, pueden ser variables con el tiempo.

El campo magnético aparece típicamente en el entorno de conductores donde circulan corrientes eléctricas, que son entonces las principales fuentes de campos magnéticos, (Figura 2.2.1.2a). A una distancia dada de un conductor, la intensidad del campo será mayor, cuanto mayor sea la intensidad de la corriente en dicho conductor. Si las corrientes varían con el tiempo, como en el caso de corrientes alternas, los campos magnéticos creados también son alternos de la misma frecuencia.

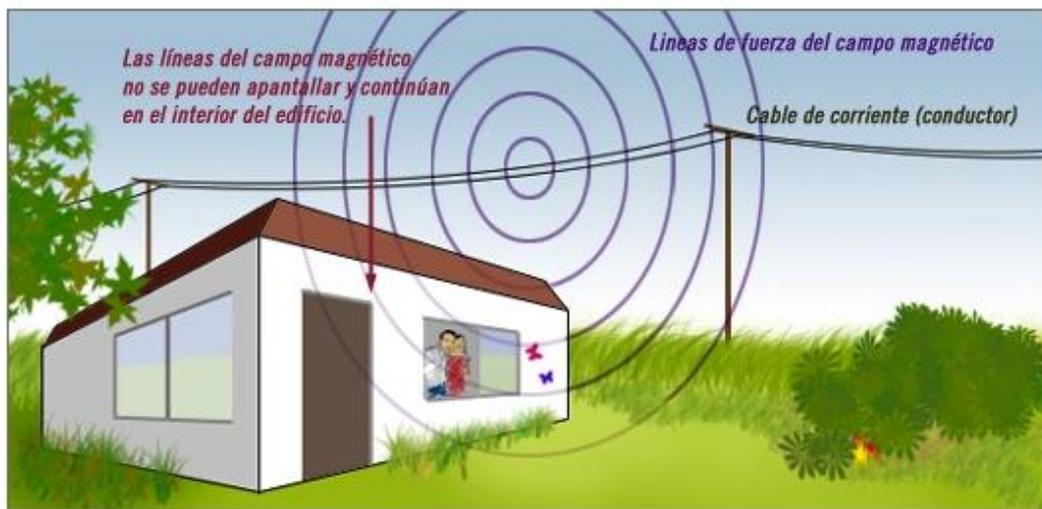


Figura 2.2.1.2a: Campo magnético  
<http://telergia.blogspot.com>

En el caso más sencillo e ideal de distribución de corriente (corriente en un conductor rectilíneo de longitud infinita) se puede demostrar que la intensidad del campo magnético es inversamente proporcional a la distancia al conductor.

Su intensidad se mide en amperios por metro A/m. Regularmente los investigadores de los CEM utilizan una magnitud relacionada, la densidad de flujo (microtesla  $\mu\text{T}$  o militesla mT). Existe un campo magnético natural, continuo, el magnetismo terrestre, creado por la rotación de la Tierra (y de las cargas eléctricas de su interior) que puede variar entre valores en el entorno de 270 mG en el Ecuador y de 670 mG en los Polos. [3]

Con estos dos conceptos podemos decir:

Los campos eléctricos siempre están presentes, independientemente de que el aparato este encendido o no, solo no lo estarán cuando dicho aparato esté desconectado.

Mientras que los campos magnéticos solo están presentes cuando fluye la corriente eléctrica, ya que se generan por esta, (Figura 2.2.1.2b). Además los CE disminuyen su intensidad gracias a los materiales más comunes utilizados en la construcción, mientras que los CM no lo hacen. Ambos campos comparten la cualidad de que sus intensidades disminuyen según se alejan de su fuente.

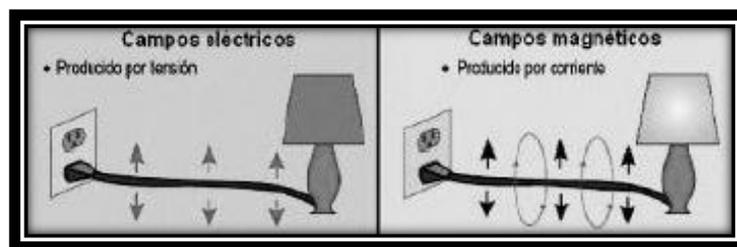


Figura 2.2.1.2b: Comparación campo eléctrico y magnético  
Informe sobre la salud humana de los campos magnéticos y eléctricos de muy baja frecuencia

### 2.2.1.3 Campos Electromagnéticos.

El Instituto Nacional del Cáncer de los EE.UU. Define los Campos Electromagnéticos como áreas de energías eléctricas y magnéticas producidas por la radiación electromagnética. [4]

“Un Campo Electromagnético, es la asociación de un campo magnético y un campo eléctrico ondulatorios que viajan a través del espacio en forma de onda y que llevan incorporada una energía que se transmite como si fuese una partícula”. [5]

De lo general a lo particular se puede decir: El campo electromagnético, es la sinergia de un campo eléctrico y otro magnético, difundiéndose en el espacio físico, partículas de cargas eléctricas que transmiten a los cuerpos inertes o no inertes.

## **2.3 Tipos de Campos Electromagnéticos.**

Históricamente el ser humano siempre estuvo rodeado de campos electromagnéticos, siendo estos en principio fuentes de CEM naturales, con su evolución y la creación de herramientas que en teoría mejorarían su calidad de vida, se fueron creando las fuentes de CEM artificiales.

### **2.3.1 Fuentes naturales.**

En el medio en que vivimos, hay campos electromagnéticos por todas partes, pero son invisibles para el ojo humano. Se producen campos eléctricos por la acumulación de cargas eléctricas en determinadas zonas de la atmosfera por efecto de las tormentas (Figura 2.3.1a). El campo magnético terrestre (Figura 2.3.1b) provoca la orientación de las agujas de los compases en dirección norte sur y los pájaros y los peces lo utilizan para orientarse. [6]



Figura 2.3.1b: C.E terrestre  
<http://ceifan.org>

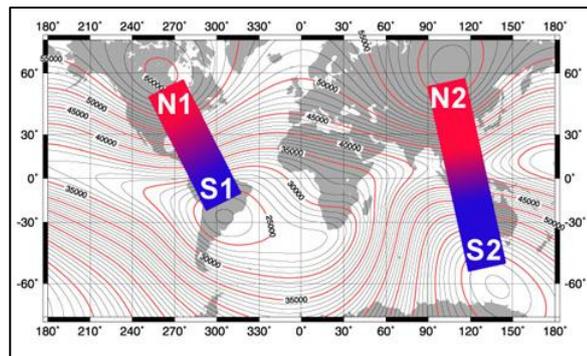


Figura 2.3.1a: C.E terrestre  
[ccnn24h.blogspot.com/es/](http://ccnn24h.blogspot.com/es/)

### **2.3.2 Fuentes generadas por el hombre.**

La electricidad que surge de cualquier toma de corriente, lleva asociados campos electromagnéticos de frecuencia baja. Además diversos tipos de ondas de radio de frecuencia más alta se utilizan para transmitir información, ya sea por medio de antenas de televisión, estaciones de radio, o estaciones base de telefonía móvil. (Figura 2.3.2).

Los CEM pueden ser caracterizados por su frecuencia, longitud de onda y amplitud. El efecto sobre el organismo de los diferentes campos electromagnéticos, es función de su frecuencia. Las ondas electromagnéticas son una serie de ondas muy uniformes que se desplazan a la velocidad de la luz.

La frecuencia simplemente describe el número de oscilaciones o ciclos por segundo, mientras que la longitud de onda se refiere a la distancia entre una onda y la siguiente, la amplitud determina su intensidad o potencia. Por lo tanto mientras mayor es la frecuencia, más corta es la longitud de onda.



Figura 2.3.2: Campo electromagnético artificial  
<http://antenano.blogspot.com.es>

## **2.4 Clasificación de campos electromagnéticos artificiales.**

Los CEM artificiales se clasifican de acuerdo a su frecuencia en:

### **2.4.1. CEM de baja frecuencia.**

También llamados extremadamente baja o frecuencia industrial, desde 3 hasta 300 Hz, (Hercios o ciclos por segundo), (Figura 2.4.1). Los cuales son producidos por:

- Las redes de transmisión y distribución de energía eléctrica.
- Redes de telefonía.
- Por la mayoría de los electrodomésticos.



Figura 2.4.1: Redes de transmisión y distribución eléctrica  
<https://www.iberdrola.es>

### 2.4.2 CEM de frecuencia intermedia.

Entre 300 Hz y 10 MHz o millones de hercios. (Figura 2.4.2). Los cuales son producidos por:

- Pantallas de computadoras.
- Dispositivos anti robo.
- Sistemas de seguridad.
- Transmisiones de radio AM.



Figura 2.4.2: Sistemas de Seguridad  
<http://smeperu.com>

### 2.4.3 CEM de alta frecuencia.

Entre 10 MHz y 300 GHz o mil millones de hercios. (Figura 2.4.3). Los cuales son producidos por:

- Sistemas de radio difusión.
- Televisión.
- Hornos de microondas.
- Teléfonos móviles.
- Enlaces de microondas.
- Antenas de radares.



Figura 2.4.3: Antenas RF  
<http://www.radiacioneselectromagneticas.com>

### 2.4.4 Radiaciones No ionizantes e Ionizantes.

Para comprender la ubicación de las distintas señales electromagnéticas se recurre al llamado espectro electromagnético, (Figura 2.4.4) que es un concepto en el cual gráficamente las radiaciones se pueden ver ordenadas por frecuencia.

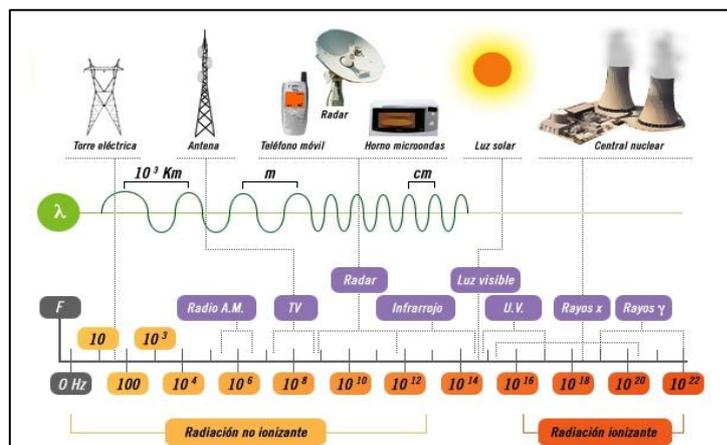


Figura 2.4.4: Espectro electromagnético  
<http://www.radiacioneselectromagneticas.com>

Las RE (Radiaciones Electromagnéticas) son ondas producidas por oscilación o la aceleración de una carga eléctrica. Estas ondas electromagnéticas son transportadas por partículas llamadas cuantos de luz. Los cuantos de luz de ondas con frecuencias más altas (Longitudes de ondas más cortas) transportan más energías que las de ondas de menor frecuencia (Longitudes de ondas más largas). [7]

Las radiaciones se caracterizan por ser no ionizantes e ionizantes, ambas tienen incidencia de una forma u otra en la materia, sin embargo las radiaciones no ionizantes poseen la particularidad de que la afectan sin desprender los protones de esta, mientras que las radiaciones ionizantes tienen la fuerza de ionizar la materia y por ende tiene la característica de interactuar con la misma.

- **Las Radiaciones no ionizantes.**

Son las radiaciones compuestas que están en el extremo del espectro electromagnético correspondientes a longitudes de onda relativamente largas y frecuencias bajas. Siendo predominante la electricidad, las micro ondas y los campos radiofrecuencia.

- **Las Radiaciones ionizantes.**

Son las radiaciones que componen el espectro electromagnético que son capaces de romper los enlaces entre las moléculas: los rayos gamma que emiten los materiales radiactivos, los rayos cósmicos y los rayos X. [8]

Al conocer las diferentes vertientes que tienen las radiaciones electromagnéticas, esta investigación estará enfocada en las radiaciones no ionizantes, ya que estas por lo general inciden de manera directa sobre la edificación.

A continuación se procederá a identificar las radiaciones que se encuentran dentro de la edificación y se generan tanto en el interior como aquellas que penetran desde el exterior.

## **2.5 Radiaciones electromagnéticas dentro de la edificación.**

Estas son escasamente tomadas en cuenta como factores de contaminación en el ámbito de la construcción, a pesar de los estudios de sus efectos sobre la vida y en especial sobre la salud del ser humano.

Ya se sabe que la RE es producida por la electricidad, que cuando se combina con un campo magnético crea la radiación electromagnética. La electricidad desde sus inicios más que una creación siempre ha sido parte del ser humano como un fenómeno físico, luego fue estudiado y aplicado a artefactos, que no solo le facilitarían la vida al hombre, sino que ayudarían a la productividad del mismo, por lo tanto ha significado el constante desarrollo de todos los pueblos.

Es decir, la corriente eléctrica genera un gran impacto sobre el medio ambiente y la salud, produciendo radiaciones electromagnéticas artificiales. A partir de ello se logra desglosar los principales artefactos o instrumentos que la necesitan y por ende la conducen.

### **2.5.1 Fuentes de mayor incidencia.**

De las que afectan directamente en la edificación podemos citar:

- **Instalaciones eléctricas de alta tensión.**

Estos elementos son Fuente de CEM, cuyo alcance es variable y cuyos efectos son perjudiciales para la salud. Estas generan, transportan, transforman, distribuyen o utiliza energía eléctrica con tensiones superiores: Corriente alterna mayor a 1000 V y corriente continua a 1500 V.

- **Instalaciones eléctricas de baja tensión.**

Son aquellas que distribuyen o generan energía para consumo propio. Convirtiéndose en responsables de las contaminación eléctrica mas común en las viviendas.

- **Etiquetas de radio identificación.**

Son usadas como sistema de identificación de animales domésticos o de prevención de robo de objetos. Operan a frecuencias muy bajas, desde unos Khz hasta unos 14Mhz.

- **Emisoras de radio comercial.**

La mayor parte de las emisoras de radio emiten al aire ondas de CEM con una frecuencia entre 85 y 110Mhz.

Estas ondas van rebotando entre la superficie terrestre y determinadas capas de la atmosfera pudiendo transmitirse a largas distancias. El sonido va codificado en forma de variaciones de la amplitud de las ondas (Emisoras de banda ancha) o de pequeñas modificaciones de su frecuencia (Emisoras de frecuencia modulada).

- **Emisoras de televisión.**

La televisión analógica emite entre los 30Mhz y los 3Ghz. La televisión digital terrestre emite entre los 300Mhz y los 3Ghz.

- **Teléfonos móviles.**

La tecnología GSM trabaja en 900Mhz, la 3G funciona a 1,8 Ghz y la UMTS 2,1Ghz.

- **WIFI.**

La mayoría de los sistemas WIFI actuales usan el rango de 2,4Ghz. Dado que hay otros aparatos domésticos que generan interferencias en estas frecuencias, se intentan ofrecer frecuencias distintas para los nuevos sistemas WIFI.

- **Bluetooth.**

La transmisión de datos vía inalámbrica también usa la frecuencia de 2,4Ghz. Algunas transmisiones inalámbricas funcionan a frecuencias más altas y han sido señaladas como las más peligrosas para la salud humana.

- **Hornos microondas.**

La mayoría trabaja a 2,45Ghz.

- **Telefonía fija inalámbrica.**

Los teléfonos inalámbricos más modernos trabajan en el rango de los 5,8Ghz pero todavía hay muchos que usan la franja de 2,4Ghz, lo que conlleva interferencias con los sistemas WIFI. En muchos domicilios, el teléfono inalámbrico es el principal riesgo de exposición a CEM, ya que la conexión entre la estación base y los periféricos es continua y a frecuencia mucho más elevada que la de los teléfonos móviles.

- **Radars.**

Funcionan alrededor de los 10Ghz.

- **Mandos a distancia.**

Los mandos que controlan a distancias el televisor, los videos consolas y diversos aparatos utilizan un rango cercano al infrarrojo de alrededor de 390Thz. Este rango es de frecuencias muy altas, cercanas a la luz visible aunque de potencias muy bajas.

- **Instalaciones medicas de tratamiento y diagnóstico.**

Utilizan frecuencias mucho mayores, del orden de un billón de veces superior a los mandos a distancia.

Estas elevadas frecuencias les confieren propiedades ionizantes que provocan muerte o alteración de las células del organismo. Estas instalaciones tienen un tratamiento específico y están fuertemente reguladas para que no afecten espacios exteriores a las salas en que se efectúan los tratamientos. [9]

Tras el análisis de los CEM a que estamos expuesto con mayor frecuencia, excluyendo a la radiación ultravioleta, puesto que esta no afecta de manera directa a los usuarios de la edificación y las salas clínicas en donde se realizan pruebas con Rayos X, ambas pertenecientes a las radiaciones ionizantes más comunes en el ámbito general del ser humano; se llegó a la conclusión, que los campos no ionizantes, son los que debemos tomar en mayor consideración cuando nos referimos a la protección contras los campos electromagnéticos en la edificación. (Figura 2.5.1).

Dentro de los campos no ionizantes existen dos parámetros fundamentales, en primer lugar, las fuentes internas de la edificación que proporcionan una cantidad significativa de radiación y las fuentes externas que penetran a la misma.



Figura 2.5.1: Fuentes de mayor incidencia  
<http://ganoexcelinternacional.ning.com>

### 2.5.2 Radiación electromagnética externa, (Caso práctico).

Es cierto que tanto las radiaciones externas e internas son de suma importancia cuando nos referimos a proteger a la edificación de las REM. Sin embargo las externas son aquellas sobre las que tenemos menos control.

En el caso de una vivienda, se puede prevenir la radiación interna con medidas sencillas como pueden ser los dispositivos dispersores, biocompatibles, tomas de tierra que reduzcan los campos eléctricos, una ubicación propicia del mobiliario, según las tomas e interruptores de corriente eléctrica o aun más, la desconexión de los aparatos eléctricos que no estén en uso.

Mientras que las externas son más difíciles de controlar, las ondas electromagnéticas provenientes de las redes eléctricas de alta tensión, penetran fácilmente el revestimiento de los muros de las edificaciones, paredes y ventanas; aunque existen normas que prevén cierta distancia según la magnitud del tendido eléctrico esto no es siempre del todo cierto. Además existen las radiaciones emitidas por las antenas de radio, televisión y telefonía móvil que aunque su magnitud está más controlada, existen casos en las que la potencia ha superado lo recomendado.

Es decir que está demostrado que las externas pueden incidir de manera fácil a la edificación, mientras que las internas son muy diversas pero más controlables. Se ha asumido que este proyecto experimental se basará en los materiales que ofrece el mercado para proteger de las radiaciones externas, dichos materiales pueden estar contemplados en el momento conceptual de la edificación y en el caso más extremo, pueden formar parte de una edificación existente sin la necesidad de hacer grande cambios o modificaciones.

## CAPITULO 3. ESTUDIOS Y EFECTOS DE LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS

Desde los años noventas se han estado produciendo cadenas de estudios, vinculados a los posibles efectos biológicos de las radiaciones electromagnéticas sobre el ser humano. Estos han buscado determinar si existen asociaciones estadísticas a la exposición de los CEM y la incidencia de efectos específicos perjudiciales para la salud de los seres humanos.

Estamos viviendo en la sociedad del conocimiento y de los medios informativos. La sociedad está cada vez más preocupada por los resultados que arrojan las investigaciones realizadas, los cuales en principio o a primera vista no proporcionan alguna información relevante para el público en general, pero si en la comunidad científica con el fin de manifestar los posibles efectos que los CEM ocasionan al ser humano. Aunque por el momento la ciencia no pueda garantizar al cien por ciento estos resultados de investigación, pero el hecho de que la sociedad esté actualizada con dichos estudios, se logra cierta tranquilidad y sobre todo una demanda de protección.

La Organización Mundial de la Salud, OMS (WHO siglas en ingles), (Figura 3), se refiere a las investigaciones de la siguiente forma: Se necesitan diferentes tipos de estudios para evaluar un posible efecto perjudicial para la salud de los campos electromagnéticos, es esencial realizar un conjunto de estudios diversos en diferentes campos de investigación. [10]



Figura 3: WHO  
[www.who.int/](http://www.who.int/)

### **3.1 Estudios.**

Para referirnos a los estudios que se están realizando, primero debemos hacer una pequeña reseña de lo que ha estado haciendo la OMS.

- 1993: Se trató en San Francisco la autoinmunidad sobre los efectos de la radiación no ionizante emitida por los microondas.
- 1996: Estudios realizados sobre el daño genético que podrían tener las radiaciones no ionizantes. Realizadas con voluntarios humanos.

- 1997 y 98: Se realizaron seminarios internacionales en Viena y Ottawa para debatir los riesgos asociados a los CEM.
- 1998: Acta ICNIRP, se publicaron las actas de estos seminarios y se refiere a las investigaciones, diciendo que las radiaciones con un intervalo de 0 a 300Ghz, por el momento no arrojaban ningún efecto perjudicial. Generándose de esta forma un manual práctico sobre el tema.
- 1999: Resolución sobre los daños en el ADN de las radiaciones no ionizantes.
- 2011: La OMS en conjunto con el IARC, siglas en ingles, Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer. Reunió un grupo de 31 científicos de 14 países en Lyon, Francia. En donde se clasificaron los campos electromagnéticos de las radio frecuencias como posibles cancerígenas para el ser humano.

Específicamente refiriéndose a las investigaciones realizadas sobre los efectos en los niños:

- Entre el año 2000 y 2004 se realizaron diversos estudios en los cuales se tomaron en consideración: la radiación emitida por los teléfonos móviles, radiaciones estáticas de baja frecuencia, estudios con ratas, voluntariado humano, radiación en la oncología y la Biología, etc.
- 2004: Taller de la OMS sobre la sensibilidad de los niños a los CEM, llevado a cabo en Estambul.

### **3.1.1. Métodos de estudios.**

En los estudios clínicos, los investigadores utilizan dispositivos sensibles para monitorizar los efectos fisiológicos producidos en humanos durante una exposición controlada a ciertos agentes. En los estudios de los CEM, los voluntarios se exponen a niveles de campos eléctricos y magnéticos mayores de lo normal. Los investigadores miden ciertas variables como el latido del corazón, la actividad cerebral, los niveles hormonales, y otra serie de factores, tanto en grupos expuestos como no expuestos, para encontrar las diferencias que provoca la exposición.

Experimentos con animales, estudios clínicos, estudios de laboratorio con células, simulaciones con computador, estudios con la población humana (epidemiológicos) proporcionan importante información.

Cuando se analiza la evidencia sobre si una cierta cantidad de exposición puede causar una enfermedad, los científicos consideran los resultados de estudios de varias disciplinas.

Ni un solo estudio, y ni un solo tipo de estudios son definitivos por sí mismos. Las principales formas de evaluación para valorar los riesgos potenciales de la exposición a los CEM son:

- **Estudios de laboratorio.**

Estudios de laboratorio con células y animales pueden determinar si un agente, como los campos ELF (Electromagnéticos de baja frecuencia), puede causar una enfermedad. Los estudios basados en células sirven para explicar los mecanismos biológicos por los cuales ocurre una enfermedad. Los experimentos con animales pretenden explicar los efectos causados por agentes específicos bajo condiciones controladas. Ni los estudios celulares ni los animales pueden reproducir la compleja naturaleza del ser humano y sus interacciones con el entorno. Por tanto, es necesario tener precaución a la hora de extrapolar resultados para los seres humanos, tanto para los posibles efectos como para asegurar que un agente determinado no es nocivo.

Sin embargo, incluso con las limitaciones descritas, estos estudios sí que han demostrado ser muy útiles para identificar y entender la toxicidad de numerosos agentes físicos y químicos.

Se necesitan condiciones muy específicas para que los investigadores puedan detectar los efectos de los campos electromagnéticos. Además, las exposiciones experimentales no son fácilmente comparables con exposiciones humanas que ocurren en la vida real. En muchos casos, no está claro cómo la exposición a campos electromagnéticos produce ciertos efectos observados en experimentos.

- **Estudios clínicos.**

En los estudios clínicos, los investigadores utilizan dispositivos sensibles para monitorizar los efectos fisiológicos, producidos en humanos durante una exposición controlada a ciertos agentes. En los estudios de CEM, los voluntarios se exponen a niveles de campos eléctricos y magnéticos mayores de lo normal.

Los investigadores miden ciertas variables como el latido del corazón, la actividad cerebral, los niveles hormonales, y otra serie de factores, tanto en grupos expuestos como no expuestos, para encontrar las diferencias que provoca la exposición.

- **Estudios epidemiológicos.**

Un tipo de análisis muy útil para identificar riesgos para la salud humana consiste en estudiar la población que ya ha experimentado unos niveles de exposición.

Este tipo de estudio se denomina epidemiológico.

Los epidemiólogos observan y comparan grupos de personas que han o no han tenido ciertas enfermedades, para verificar si el riesgo es diferente entre personas expuestas y personas no expuestas a los campos electromagnéticos.

### **3.2 Efectos.**

Los campos electromagnéticos variables en el tiempo, influyen en el organismo humano así como en cualquier otro cuerpo o material que contenga cargas eléctricas. Esto es consecuencia de los mecanismos y leyes físicas de inducción electromagnética y de propagación de ondas electromagnéticas. Así se pueden generar campos eléctricos y corrientes inducidas en el cuerpo humano, las que interactúan eventualmente con las cargas eléctricas preexistentes y las microcorrientes eléctricas, debido a las reacciones químicas de las funciones corporales normales.

Debido a esto provocan una corriente que atraviesa el organismo hasta el suelo, de igual modo los campos magnéticos inducen corrientes circulantes en el organismo. La intensidad de estas corrientes depende de la intensidad del campo magnético exterior. Es decir, si estas corrientes son intensas, pueden estimular los nervios y músculos o afectar a otros procesos biológicos.

Los efectos producidos dependerán de la frecuencia del CEM, de su potencia y del tiempo de exposición a ellos. [11]

Estos diferentes efectos pueden ser tanto directos como indirectos y según la ICNIRP, se denominan efectos directos, a aquellos que resultan de la interacción directa de los campos electromagnéticos con el cuerpo, producida por alguno de los tres siguientes mecanismos:

- La exposición del cuerpo humano a campos eléctricos variables en el tiempo, resulta en flujos de cargas eléctricas, es decir corrientes o micro-corrientes eléctricas, en la polarización de la dirección de las cargas y en la reorientación de dipolos eléctricos ya presentes en los tejidos.
- La interacción de los campos magnéticos variables en el tiempo con el cuerpo humano, que genera campos eléctricos inducidos en el mismo, y éstos la circulación de corrientes.
- Parte de los campos electromagnéticos externos son reflejados o difractados retornados al exterior del cuerpo y otra parte es absorbida y transformada en calor.

Para los campos de baja frecuencia asociados a las instalaciones de transmisión y distribución operadas a frecuencia industrial (50 o 60 Hz), los dos primeros mecanismos de interacción pueden producir efectos biológicos medibles, mientras que según el tercer mecanismo la densidad de energía irradiada es generalmente muy débil y produce una absorción de energía en el cuerpo humano que es insignificante, con un eventual incremento de temperatura superficial que resulta inmedible por su pequeñez. Este tercer mecanismo se presenta en las frecuencias mayores, desde unos pocos kHz hasta los 300 GHz. Los servicios que se encuentran en esta categoría son, la radiodifusión de AM, FM, Televisión, servicios de telefonía móvil y datos inalámbricos.

Los efectos indirectos se refieren a aquellos que no involucran a los mecanismos indicados y que resultan de:

- Corrientes de contacto, cuando el cuerpo humano entra en contacto físico con un objeto situado a un potencial eléctrico diferente al del cuerpo.
- Efectos sobre los dispositivos médicos, que pueda eventualmente portar una persona. Los mismos no serán considerados en esta investigación. [12]



Figura 3.2a: Campo eléctrico del cerebro  
<http://www.akronoticias.com>

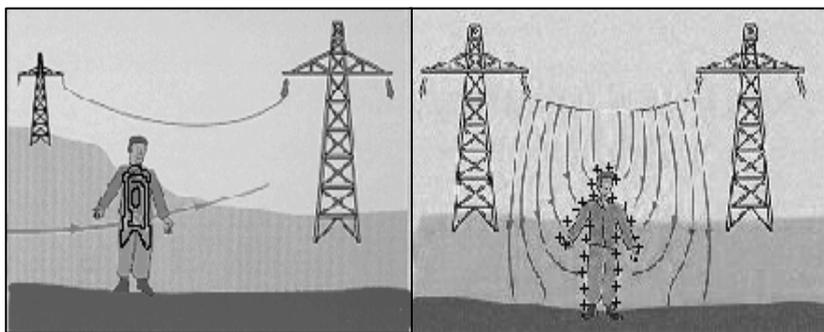


Figura 3.2b: Efectos de Campo electromagnético  
[www.who.int](http://www.who.int)

### 3.2.1 Efectos biológicos y sobre la Salud.

Los efectos biológicos, son respuestas medibles a un estímulo o cambio en el medio, mientras que un efecto sobre la salud, es aquel que ocasiona una disfunción detectable de la salud de la persona expuesta o de la de sus descendientes. En tal sentido es importante destacar que no todos los efectos biológicos son generadores de un efecto perjudicial sobre la salud, es decir nocivos. Solo lo serán si estos cambios son irreversibles y si fuerzan el sistema del organismo, por largos períodos.

En este sentido surgen muchas controversias, ya que se tiene claro que por encima de determinados niveles los campos electromagnéticos puedan provocar efectos biológicos pero los mismo están limitados por directrices nacionales e internacionales. Pero las reales preocupaciones actuales, se basan en si los bajos niveles de exposición a largo plazo, pueden provocar estímulos biológicos e influir en el bienestar de las personas.

Mas adelante, trataremos mas a fondo la relación de los posibles efectos, con los estudios e investigaciones que valoran estas potencialidades de perjuicio para la salud humana, posteriormente analizaremos la descripción de los resultados y las conclusiones actuales.

### 3.2.2. Efectos Térmicos, eléctricos y de alteración de la permeabilidad celular [13]

#### - Efectos térmicos.

Los CEM provocan un aumento de temperatura de los tejidos con los que entran en contacto, a causa de su acción sobre las moléculas de agua. Es el principio de las microondas para calentar los alimentos. El incremento de temperatura es mayor cuanto mayor es la frecuencia y la potencia del CEM, y cuanto mayor es el tiempo de exposición a él.

El efecto térmico comienza a ser apreciable a partir de las frecuencias correspondientes a la telefonía móvil (Figura 3.2.2a). Es mayor para frecuencias mayores, y prácticamente inapreciable para la corriente eléctrica.

Los efectos térmicos son nocivos cuando el calentamiento de los tejidos sobrepasa la capacidad termorreguladora del organismo del individuo expuesto. Se ha encontrado que el aumento de más de 1°C en una persona en reposo es nocivo y esto se corresponde con una TAE de 4W/kg durante 6 minutos.

Los teléfonos comerciales están diseñados para no provocar incrementos de temperaturas superiores a 0,1 °C en los tejidos humanos (especialmente en el cerebro). Dado que los niños tienen menor grosor de hueso en la cabeza y mayor cantidad de agua en el cerebro, el incremento de temperatura al usar el teléfono móvil es mayor en ellos; por ello las recomendaciones sobre su uso por parte de menores son más estrictas.

A frecuencias mayores, los efectos térmicos pueden llegar a ser importantes, pero tan solo se han documentado casos problemáticos en profesionales asociados a las instalaciones de radar.

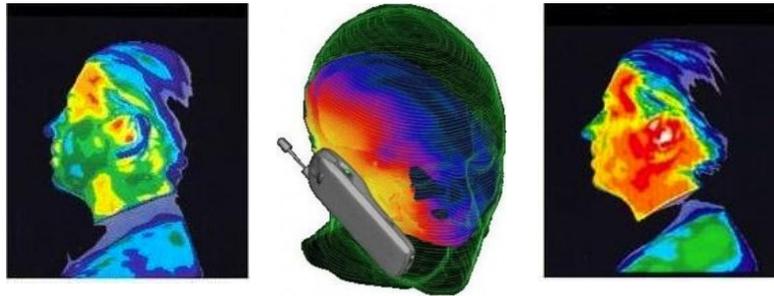


Figura 3.2.2: Comparación termografía del uso de un móvil  
[www.biblioteca-medica.com.ar](http://www.biblioteca-medica.com.ar)

#### - Efectos eléctricos.

Los CEM inducen una corriente eléctrica en los cuerpos conductores de electricidad. Las células humanas son conductoras de electricidad. Por ello se inducen en ellas corrientes eléctricas cuando se exponen a estos campos.

Estas inducciones eléctricas en las células alteran el equilibrio eléctrico general del organismo humano. Cada vez son mas frecuentes los profesionales de la medicina que elaboran diagnósticos en función del equilibrio o desequilibrio eléctrico del organismo.

El Karolinska Institut (centro medico que elabora los informes para la concesión del Premio Nobel de Medicina) desarrolló una técnica para la curación de determinados tipos de cáncer asociados a tejidos enfermos afectados por desequilibrios eléctricos. La técnica conecta el tejido enfermo con un tejido sano del mismo tipo mediante microconductores eléctricos, generalmente subcutáneos. Esta técnica esta siendo cada vez mas usada en Europa y en especial en China.

Otra forma de alteración eléctrica, es la causada por una hipotética alteración (no científicamente demostrada) de la transmisión de impulsaciones nerviosas mediante ondas cerebrales.

Estas ondas sufrirían una interferencia similar a la que padece un receptor de radio cuando un teléfono móvil situado a su lado recibe una llamada. Estos efectos no tan solo se manifiestan en seres vivos, sino también en diversos artefactos (Microscopios).

- **Alteración de la permeabilidad de la membrana celular.**

Determinados CEM, especialmente la telefonía móvil, provocan la vibración de iones intracelulares, lo que altera la permeabilidad de la membrana celular frente a ellos, lo que provoca trastornos de transmisión del impulso nervioso. Este efecto está actualmente poco estudiado.

Lipoatrofia Semicircular: ha levantado muchos temores en los últimos años a causa de su proliferación en numerosos edificios de oficinas. Es una enfermedad cuya manifestación clínica consiste en la atrofia de una zona semicircular del tejido fino graso subcutáneo situado especialmente en la parte frontal de los muslos; no provoca alteración de la piel ni del tejido muscular (Figura 3.2.2b). La lesión es uni o bilateral y oscila entre los 5 y los 20 centímetros de longitud, tiene unos 2 centímetros de ancho y de 1 a 5 milímetros de profundidad. Afecta más a las mujeres. Los primeros casos se remontan a 1974, aunque se extendieron a partir de 1995.

Es una enfermedad fácilmente reversible una vez se abandona el lugar de trabajo que la ha causado. La causa más probable de esta enfermedad, es la carga electrostática (electricidad de signo positivo), que se descarga en los muslos de la persona al entrar en contacto con las mesas u otro mobiliario de oficina. Parece ser producida por la combinación de baja humedad (inferior al 40%), electricidad estática y campos electromagnéticos.



Figura 3.2.2b: Lesiones de la Lipoatrofia Semicircular  
[www.segla.net/lipoatrofia\\_semicircular](http://www.segla.net/lipoatrofia_semicircular).

### **3.3 Evaluación de estudios.**

#### **¿Cómo se evalúan los resultados de los estudios epidemiológicos referentes a la exposición a campos electromagnéticos?**

Es necesario considerar muchos factores para determinar si un agente causa enfermedad. Una exposición que un estudio epidemiológico asocia con un aumento de riesgo para cierta enfermedad, no siempre tiene que ser la verdadera causa de esa enfermedad. Para poder asegurar que un agente causa efectos en la salud humana, deben considerarse varios tipos de evidencias. [14]

### **3.4 Resultados y efectos de Evaluación de estudios.** [15]

Los efectos biológicos detectados por la exposición a los campos electromagnéticos de baja frecuencia (teniendo que cumplirse ciertas condiciones, como ciertas intensidades de campo, duración de la exposición...) son:

- Frecuencia cardíaca: en varios estudios se ha determinado un efecto en la frecuencia cardíaca debido a la exposición a los campos electromagnéticos. Cuando este efecto se ha observado, la respuesta biológica ha sido pequeña (un decrecimiento de aproximadamente cinco latidos por minuto), y además esta no persiste una vez que cede la exposición. Los niveles de exposición para que se produjeran estos efectos son relativamente altos (30 fÊT).
- Electrofisiología del sueño: en un estudio de laboratorio, se encontró que la exposición a los campos magnéticos de 60 Hz durante la noche podía trastornar la actividad eléctrica cerebral durante el sueño. En este estudio, los individuos fueron expuestos a campos magnéticos continuos o intermitentes de 28.3 µT. Los individuos expuestos a campos magnéticos intermitentes mostraron alteraciones de la actividad cerebral mostrando una serie de parámetros indicativos de sueño pobre o trastornado. En cuanto a la exposición continua, varios estudios no han podido determinar ningún efecto biológico.
- Hormonas, sistema inmunitario, características químicas de la sangre: en varios estudios clínicos con voluntarios se han evaluado los efectos de la exposición a los campos electromagnéticos en hormonas, el sistema inmunitario, y las características químicas de la sangre. Estos estudios no proporcionaron resultados consistentes.

- Melatonina: La hormona de la melatonina se segrega principalmente durante la noche y por la glándula pineal, una pequeña glándula que se encuentra en el cerebro. Algunos experimentos de laboratorio con células y animales han demostrado que la melatonina puede disminuir el crecimiento de cáncer en las células, incluyendo el cáncer de pecho. En algunos estudios se ha comprobado una disminución de los niveles de melatonina segregados durante la noche en animales expuestos a campos magnéticos y eléctricos. Por tanto, surge la hipótesis de si la exposición a los campos electromagnéticos puede reducir los niveles de melatonina y así debilitar las defensas del cuerpo humano contra el cáncer. Varios estudios clínicos con voluntarios han examinado si, en función de los niveles de exposición y el tipo de exposición de campo magnético, se afectan los niveles de melatonina en la sangre.

La exposición de voluntarios a campos con frecuencias de energía (50-60 Hz) bajo condiciones controladas no produjo ningún efecto aparente en la melatonina. Algunos estudios de personas expuestas a campos ELF en el trabajo o en el hogar sí determinaron una pequeña disminución de estos niveles. (Tabla 3.4a), (Tabla 3.4b).

OTROS MECANISMOS INVESTIGADOS	
TIPO DE ESTUDIO	RESULTADOS
Estudios "in Vitro"	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La melatonina no modifica el crecimiento de las células cancerosas (mama, cuello, uterino, huesos y grande).</li> <li>- Únicamente un tipo de célula de cáncer de mama modifica su crecimiento, posiblemente en la relación con el método experimental, y no con la melatonina.</li> </ul>
Estudios en animales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En general, disminuye la melatonina en roedores, pero no en otros animales, como ganado estabulado bajo líneas de alta tensión.</li> </ul>
Voluntarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 30 voluntarios expuestos a 28 y 127 <math>\mu\text{T}</math> durante varias noches no muestran alteraciones significativas en los niveles de melatonina.</li> </ul>
Exposición domestica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mujeres que viven a menos de 150 metros de una línea de 735 kV tienen niveles de melatonina similares a mujeres que viven a más de 400 metros de cualquier línea eléctrica.</li> </ul>
Trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 60 mujeres expuestas durante el día no muestran variaciones en niveles de melatonina.</li> <li>- En un estudio sobre 142 varones se ven alteraciones en los niveles de melatonina en relación con las fluctuaciones del campo electromagnético, pero no con su intensidad.</li> </ul>

Tabla 3.4a: Otros mecanismos investigados  
Efectos sobre la salud humana de los CM y CE, ELF

OTROS MECANISMOS INVESTIGADOS	
MECANISMO INVESTIGADO	RESULTADOS
Alteración en la estructura del material genético y/o alteraciones en su reparación	Ningún efecto
Alteraciones en síntesis de ADN	Ningún efecto
Alteraciones en la expresión de algunos genes relacionados con el cáncer (oncogenes)	En general, ningún efecto. Resultados positivos únicamente de un grupo de investigación
Efectos sobre células preleucémicas	Ningún efecto
Transformación tumoral	En general ningún efecto. Un único experimento positivo
Alteración del movimiento iónico	En general, sin efectos
Alteración en la respuesta a la melatonina en células de cáncer de mama	Bloqueo de la acción de la melatonina
Alteración en ODC (complemento relacionado con la proliferación celular)	En general, sin efectos
Alteración en interleukinas (sistema inmune)	Ningún efecto

Tabla 3.4b: Otros mecanismos investigados  
Efectos sobre la salud humana de los CM y CE, ELF

#### Datos obtenidos de la recopilación realizada por Endesa.

A continuación se resumen los resultados por áreas, de los estudios sobre los niveles de exposición, efectos desencadenados (como pueden ser los cardiovasculares, o la disminución de la segregación de un tipo de hormona durante la exposición), y posibles enfermedades asociadas (cáncer, esclerosis lateral amiotrofia, depresión, etc.) que pudieran ser consecuencia de la exposición crónica a los campos ELF.

#### - Neurocomportamiento.

Los estudios del neurocomportamiento, abarcan los efectos de la exposición del sistema nervioso a los campos electromagnéticos y sus respuestas a diferentes niveles. Éstos incluyen estimulación directa de los tejidos nerviosos, efectos de percepción producidos por estimulación sensorial, y efectos en funciones del sistema nervioso central. Estos últimos efectos pueden valorarse electrofisiológicamente registrando la actividad eléctrica en el cerebro, y mediante pruebas de cognición, valoración del estado anímico, y otros tipos de estudios.

En los estudios comentados, se ha observado que la exposición a campos eléctricos de frecuencias 50-60 Hz provoca respuestas biológicas bien definidas, que van desde la percepción hasta las molestias, por medio de los efectos de la carga eléctrica superficial. Estas respuestas dependen de la intensidad del campo, las condiciones ambientales y la

sensibilidad individual. Los campos magnéticos pulsantes de intensidad elevada pueden estimular el tejido nervioso periférico o central. Es probable que las personas que sufren epilepsia o están predispuestas a ella sean más susceptibles a los campos eléctricos ELF inducidos en el sistema nervioso central (SNC).

La función de la retina, que forma parte del SNC, puede verse afectada por la exposición a campos magnéticos ELF mucho más débiles que los causantes de una estimulación directa de los nervios. Se ha estimado que las intensidades umbral de los campos eléctricos inducidos en el fluido extracelular de la retina están comprendidas entre unos 10 y 100  $\text{mV}\cdot\text{m}^{-1}$  a 20 Hz. Sin embargo, existe una incertidumbre considerable en relación con estos valores.

- **Sistema neuroendocrino.**

Los resultados de varios estudios con voluntarios, así como de estudios epidemiológicos residenciales y ocupacionales, sugieren que el sistema neuroendocrino no sufre efectos adversos por la exposición a campos eléctricos o magnéticos en frecuencias de 50-60 Hz. Esto se aplica particularmente a los niveles de hormonas específicas del sistema neuroendocrino, como la melatonina (uno de los efectos biológicos comentados anteriormente), liberada por la glándula pineal (epífisis), y a varias hormonas liberadas por la glándula pituitaria (hipófisis) que intervienen en el control del metabolismo y la fisiología del cuerpo.

A veces se han observado ligeras diferencias en el tiempo de liberación de la melatonina, relacionadas con ciertas características de la exposición, pero estos resultados no fueron consistentes. Es muy difícil eliminar la posible confusión debida a diversos factores ambientales y al estilo de vida, factores que también podrían influir en los niveles hormonales. Considerados en conjunto, estos datos no indican que los campos eléctricos y/o magnéticos de ELF afecten al sistema neuroendocrino de manera que se produzcan efectos perjudiciales en la salud humana y enfermedades como por ejemplo el cáncer de mama, ya que las pruebas se consideran insuficientes.

- **Trastornos cardiovasculares.**

Los estudios experimentales de exposición, tanto de corta como de larga duración, indican que, si bien el choque eléctrico representa un peligro evidente para la salud, es improbable que se produzcan otros efectos cardiovasculares peligrosos asociados con los campos de ELF a los niveles de exposición ambiental u ocupacional comúnmente encontrados. Se han determinado diversos cambios cardiovasculares en la literatura, la mayoría de los efectos

son pequeños y los resultados no han sido consistentes. La posibilidad de que exista una asociación específica entre la exposición y el funcionamiento del corazón sigue siendo una mera especulación. En conjunto, las pruebas no respaldan una asociación entre la exposición a campos ELF y las enfermedades cardiovasculares.

#### - Inmunología y hematología.

En algunos estudios humanos, utilizando campos de 10  $\mu\text{T}$  hasta 2 mT, se observaron cambios en las células citolíticas, que mostraron tanto un aumento como una disminución de su número, y en el recuento total del número de células blancas (leucocitos), sin cambios o con una disminución del número. En estudios en animales, se observó una actividad reducida de las células citolíticas en ratones hembras, pero no en los machos ni en las ratas de ambos sexos. También, en el recuento de leucocitos se obtuvieron resultados inconsistentes, con una disminución o ningún cambio en los distintos estudios. La gama de exposición de los animales fue aun más amplia, de 2  $\mu\text{T}$  a 30 mT.

La dificultad para interpretar el impacto potencial de estos datos en la salud radica en las grandes variaciones de las condiciones de exposición y ambientales, el número relativamente pequeño de individuos sometidos a prueba y la amplia variedad de efectos finales.

#### - Reproducción y desarrollo.

RESULTADOS DE ALGUNOS ESTUDIOS SOBRE LA REPRODUCCION Y LOS CAMPOS ELF			
Tipo de estudio		Exposición	Resultados
Laboratorio		Ratas (14 estudios) - Ratones (10 estudios) - Vacas (1 estudio)	- Ausencia de efectos en la gran mayoría
Epidemiológico			
Doméstico		Uso de mantas eléctricas (8 estudios) - Cercanía a línea eléctrica (3 estudios)	- No se observa un riesgo estadísticamente significativo - En uno de los estudios se encuentra un riesgo ligeramente aumentado de perder el embarazo en las primeras semanas
Laboral	- Trabajadores del sector eléctrico (2 estudios)	- Alguno refiere disminución de la libido - No hay relación con aborto precoz en mujeres del sector - Un estudio refiere mayor riesgo de parto prematuro en mujeres trabajadoras	

Tabla 3.4c: Estudios de reproducción y desarrollo  
Efectos sobre la salud humana de los CM y CE, ELF

En conjunto, los estudios epidemiológicos no han demostrado que haya una asociación entre resultados adversos en la reproducción humana, con la exposición materna o paterna a campos ELF. Hay algunas evidencias de un aumento del riesgo de aborto asociado con la exposición materna a campos magnéticos, pero éstas son insuficientes.

- **Cáncer.**

La existencia o no de efectos cancerígenos sigue siendo de gran controversia a pesar de los numerosos estudios realizados; y ante la evidencia epidemiológica que sugiere que en una población expuesta a los campos magnéticos, de baja frecuencia, de intensidad promediada, por encima de 0.4 Microteslas, el doble de niños podría desarrollar leucemia comparado con una población con exposiciones más bajas.

En el mismo se dice que los CE no se consideran iniciadores de cáncer pero si podría actuar como copromotores, según esto, estos campos no serían capaces de iniciar un proceso canceroso, pero una vez producida una transformación cancerosa en una célula, por cualquiera de las vías posibles, los campos electromagnéticos podrían potenciar dicho efecto.

En el caso de los posibles efectos cancerígenos de los campos electromagnéticos de radio frecuencias ambientales, es muy complejo cuantificar la exposición (frecuencia como intensidad y tiempo de exposición o dosis). Es correcto afirmar que no se ha demostrado una relación causal (la relación causa-efecto), en sentido estricto, solo la podemos establecer a nivel de biología molecular.

En el caso de riesgo de cáncer por la extensión de la telefonía móvil, exposición de la población a las antenas emisoras por ejemplo, salvo en casos muy específicos y reconocidos, es muy difícil establecerla de momento en humanos.

En relación con lo ya expuesto de que no se cuantifica el riesgo. El grupo de trabajo (se refiere al estudio interphone) no cuantifico el riesgo, sin embargo un estudio previo, solo el uso de los teléfonos móviles hasta el año 2004 mostró un 40% de incremento del riesgo de desarrollar un glioma en la categoría de los mayores usuarios del TM. [16]

Así pues, queda por establecer un consenso internacional donde se elabore un estándar que proporcione límites de exposición electromagnética considerando los efectos a largo plazo, pero para ello es necesario continuar investigando.

## CAPITULO 4. POBLACIÓN AFECTADA.

Antes de describir la población afectada de los CEM, su distribución mundial y las medidas que algunos países ya están tomando, sería propicio decir, que las investigaciones hasta el día de hoy no están confirmando o negando la peligrosidad de los campos electromagnéticos sobre el ser humano. Los estudios más recientes realizados por la OMS han arrojado datos insuficientes que demuestren si afectan o no al ser humano. Mientras que estudios en animales si lo han hecho. Concluyen diciendo lo siguiente: no está claramente establecida esta asociación. Hay reducida evidencia de carcinogenicidad en humano, pero suficiente en animales de experimentación.

Desde hace años se viene planteando que el pequeño porcentaje que ha sido afectado es o porque tiene un sistema inmunológico débil o porque hay personas más propensas a que los campos electromagnéticos les afecten.

A pesar de que España aun no reconoce la electrosensibilidad como enfermedad, se puede citar el primer caso reconocido y aceptado por un juez, el cual concede una baja por incapacidad laboral permanente, debido a que esta ciudadana viene presentando desde los 1996 síntomas vinculados a las radiaciones electromagnéticas. (Figura 4).



Figura 4: Actualidad  
[www.gigahertz.es/](http://www.gigahertz.es/)

#### **4.1 Electrosensibilidad.**

Aun no se puede considerar a la electrosensibilidad una enfermedad, sino más bien un fenómeno. Cuando a una persona se le considera electrosensible, es porque presenta síntomas tras la exposición prolongada de radiaciones electromagnéticas, (Figura 4.1). Este es el caso de España, en donde aun no es reconocida como enfermedad, con la excepción del país Vasco que ya está realizando investigaciones serias y ha pedido incluir en su presupuesto del 2012 el tema, para poder seguir con las investigaciones. Sin embargo otros países de la Unión Europea ya la consideran como tal.



Figura 4.1: Electro contaminación  
[saluddelhabitat.blogspot.com.es/](http://saluddelhabitat.blogspot.com.es/)

También es conocida como electro hipersensibilidad a los campos electromagnéticos, a las personas que padecen de esta y ven mermada enormemente su calidad de vida, no solo por sus síntomas físicos, sino también, por los profundos cambios emocionales que suelen llevar en conjunto.

A lo antes expuesto hay que añadir una serie de inconvenientes, por un lado la dificultad de su diagnóstico, hace que la persona que empieza a padecer el conjunto de síntomas se la derive a una amplia gama de especialistas. Los cuales con frecuencia agravan el síndrome, pues hacen que los pacientes permanezcan expuestos varios años al agente que causa estos síntomas y retarda el tratamiento correcto. Cuando en realidad lo que están padeciendo es una enfermedad orgánica descrita por la OMS.

En la tabla a continuación se muestran los posibles síntomas que pueden generar las radiaciones electromagnéticas sobre el ser humano, (Tabla 4.1):

Cefale	Pérdida de memoria a corto plazo	Escozor de ojos
Insomnio	Tristeza sin motivo aparente	Acúfenos
Cansancio crónico	Alteraciones cardiacas, mala circulación sanguínea.	Deseos de orinar frecuentemente
Irritabilidad	Desorientación	Nerviosismo
Alteración en la piel, incluido picor y quemazón	Congestión nasal	Debilidad capilar
Infecciones recurrentes	Disminución de la libido	Manos y pies fríos
Dificultad para concentrarse	Trastornos del tiroides	Rigidez muscular

Tabla 4.1: Síntomas  
www.electrosensibilidad.es

#### **4.2 Situación mundial.**

Según las últimas estimaciones para las sociedades modernas la población electrosensible oscila ya entre el 3 y 5%. Suecia fue el primer país que aceptó la electrosensibilidad como causa de bajas laborales, en este país las personas que sufren electrosensibilidad han pasado de ser el 0,63% de la población en el año 1995, al 9% en el año 2004. Mientras que en Austria, el porcentaje ha subido del 1,5% en 1995 al 13,3% en el 2003.

En países como Italia, Suiza, Polonia, Rusia o China en base a las preocupaciones han promulgado valores máximos de exposición, los cuales cuando se comparan con los de España, son extremadamente bajos, (Tabla 4.2a).

<b>Valores máximos permitidos por países: (Milivatios por metro cuadrado)</b>			
Rusia	Suiza	China	España
24	40	66	<b>4000</b>

Tabla 4.2a: Valores por países.  
www.electrosensibilidad.es

Según los científicos suecos Orjan Hallberg y Gerd Oberfeld, dos investigadores independientes que han trabajado más en este campo, que para el 2017 la mitad de la población mundial podría sufrir de electrosensibilidad.

Es importante tener en cuenta que países europeos ya están tomando medidas, aun más el parlamento europeo en el 2009 y 2011, este solicitó a todos sus miembros que siguieran el ejemplo de países como Suecia y que reconocas la electro hipersensibilidad con la finalidad de proporcionarle a la población una protección adecuada.

Existen normas establecidas para proteger nuestra salud de forma similar, las mismas previenen las exposición excesiva a los campos electromagnéticos presentes en el entorno.

Cada país establece sus propias normas nacionales relativas sobre exposición a los CEM. Sin embargo las mayorías de estas se basan en las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP). Esta organización no gubernamental, reconocida formalmente por al OMS evalúa los resultados de estudios científicos realizados en todo el mundo. Elaborando unas directrices en las que establece limites de exposición recomendados, (Tabla 4.2b).

Resumen de los límites de exposición recomendados por la ICNIRP					
	Frecuencia de la red eléctrica europea	Frecuencias de estaciones base de telefonía móvil		Frecuencias de los hornos de microondas	
Frecuencia	50 Hz Campo eléctrico (V/m)	50 Hz Campo magnético ( $\mu\text{T}$ )	900 MHz Densidad de potencia ( $\text{W}/\text{m}^2$ )	1,8 Ghz Densidad de potencia ( $\text{W}/\text{m}^2$ )	2,45 GHz Densidad de potencia ( $\text{W}/\text{m}^2$ )
Límites de exposición para la población	5000	100	4,5	9	10
Límites de exposición ocupacionales	10000	500	22,5	45	

Tabla 4.2b: Límites de exposición OMS (WHO)

Un aspecto importante que se debe señalar es que un límite recomendado no define de forma exacta el límite entre la seguridad y el peligro. No existe un nivel único por encima del cual la exposición se convierte en peligrosa para la salud, por el contrario el riesgo potencial aumenta de forma gradual conforme aumenta el nivel de exposición de las personas.

Las directrices recomiendan prevenir la exposición a CEM a niveles a los que se producen cambios de comportamientos perceptibles.

Este umbral de cambios no es igual a límite recomendado, sino que la ICNIRP aplica un factor de seguridad de 10 en el cálculo de los límites de exposición ocupacional y un factor de 50 para obtener el valor recomendado para la población general. [17] (Tabla 4.2c).

<b>Fuentes más comunes de campos electromagnéticos</b>		
<b>Fuentes</b>	<b>Exposición máxima típica de la población</b>	
	Campo eléctrico (V/m)	Densidad de flujo magnético ( $\mu\text{T}$ )
Campos naturales	200	70 (campo magnético terrestre)
Red eléctrica (en hogares que no están próximos a líneas de conducción eléctrica)	100	0,2
Red eléctrica (bajo líneas principales de conducción eléctrica)	10,000	20
Trenes y tranvías eléctricos	300	50
Pantallas de televisión y computadora (en la posición del usuario)	10	0,7
	<b>Exposición máxima típica de la población (<math>\text{W}/\text{m}^2</math>)</b>	
Transmisores de televisión	0,1	
Estaciones base de telefonía móvil	0,1	
Radares	0,2	
Hornos de microondas	0,5	

Tabla 4.2c: Fuentes más comunes  
OMS (WHO)

### **4.3 Normativas europeas.**

- ICNIRP. "Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz)" .

- IEEE Std C95.6TM. "IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electromagnetic Fields, 0-3 kHz" .

- NTP 698 "Campos electromagnéticos entre 0 Hz y 300 GHz: criterios ICNIRP para valorar la exposición laboral".

- Directiva europea 2004/40/CE "Sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud

*relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos)", y que ha sido modificada por la Directiva 2008/46/CE (moratoria) del Parlamento Europeo y del Consejo, prolongándose el plazo de transposición a 4 años más.*

*"Por la que se modifica la Directiva 2004/40/CE sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos)"*

*- Recomendación del Consejo 1999/519/CE "relativa a la exposición de público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz)". 12 de julio de 1999. En esta recomendación se exponen los valores límite de referencia del Organismo ICNIRP para el público en general.*

Lo ideal sería llegar a un consenso que finalmente pueda ser utilizado internacionalmente por los organismos de estandarización, y unificar los límites de exposición. Para conseguir este objetivo, debería existir, entre otros factores, un estándar de carácter internacional desarrollado específicamente para mediciones de campos ELF, y que ahora no existe, aunque sí que hay una propuesta ya hecha (y algunas pautas de medición de carácter general), que se recoge en el desarrollo del estándar IEEE PC95.3.1™, "Recommended Practice for Measurements and Computation of Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields With Respect to Human Exposure to Such Fields, 0 - 100 kHz", el cual permitirá describir las formas de medida para asegurar el cumplimiento con los estándares relacionados con los niveles de exposición de los seres humanos a campos magnéticos y eléctricos, en el rango 0-100 kHz. [18]

#### **4.4 Situación en España.**

El organismo CNNT, adopta los niveles de referencia propuestos por el organismo ICNIRP, que también son los adoptados por la Directiva europea 2004/40/CE, y la Recomendación del Consejo 1999/519/CE.

Básicamente, la Directiva 2004/40/CE adopta los niveles ICNIRP como límites de exposición en los trabajadores (y por tanto no considera los efectos a largo plazo), y define las obligaciones de los empresarios (vigilancia, evaluación de riesgos, información y formación de los trabajadores...), disponiendo además que se aplica la Directiva 89/391/CEE "relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los

trabajadores en el trabajo (Directiva Marco)”, la cual sí está transpuesta al Derecho Interno nacional español, a través de la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.

En cuanto a la norma UNE 215001:2004 “Procedimientos normalizados para la medida de los campos eléctricos y magnéticos producidos por las líneas eléctricas de alta tensión”, ésta establece un procedimiento uniforme para la medida de determinadas magnitudes representativas de los campos eléctricos y magnéticos a frecuencia industrial producidos por las líneas eléctricas de alta tensión.

EN España actualmente los límites ICNIRP (Figura 4.4) no son, en términos generales, de obligado cumplimiento. La única legislación existente en España que considere los niveles ICNIRP concierne a las emisiones producidas por estaciones radioeléctricas de radiocomunicaciones, o recibidas por estaciones del servicio de radioastronomía, en el RD 1066/2001. [19]



Figura 4.4: ICNIRP  
[www.icnirp.de](http://www.icnirp.de)

## CAPITULO 5. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.

Los primeros instrumentos comerciales de medida se diseñaron específicamente para la medición de campos de frecuencias de 50-60 Hz. Actualmente existe una gama más amplia de dispositivos con diferentes características, como son las siguientes:

- **Número de ejes de detección:** Los sensores no evalúan directamente el campo resultante en una dirección específica en el espacio, sino generalmente una de las componentes. Un medidor puede tener un único sensor y, si dicho sensor está alineado con la dirección del campo máximo, proporcionará la lectura para una única dirección. Si por otro lado, el medidor tiene tres sensores ortogonales entre sí (pensemos en un sistema de coordenadas cartesiano de 3 ejes, donde cada sensor seguiría un eje), el campo resultante (valor resultante) puede obtenerse de las medidas de los tres ejes.
- **Parámetros usados para la medida del campo:** Existen varios parámetros de medida, como el valor de pico, media rectificadora, valor cuadrático medio o eficaz (root mean square, rms). Para una única frecuencia, como una onda senoidal pura a partir de una de las medidas anteriores es posible inferir un valor bastante preciso de las otras (mediante cálculos computacionales); pero cuando las señales no son senoidales, debido a la presencia de armónicos, o porque la forma de onda es diferente, esto no es posible. Por otra parte, la base científica no es suficiente para poder concluir qué parámetro es el más importante. Algunos medidores registran la forma de onda completa, para futuras investigaciones, pudiéndose calcular a partir de la misma varios tipos de parámetros.
- **Respuesta en frecuencia:** los medidores de campos pueden ser sensibles a solo ciertas frecuencias, como por ejemplo las frecuencias de transporte de energía (50-60 Hz), o a un rango de frecuencias concreto. Si son sensibles a un rango de frecuencias, la respuesta a éstas puede ser proporcional o plana. Por regla general, una respuesta plana entre 20-30 Hz y unos pocos de kHz suele ser suficiente para varios propósitos de toma de medidas. También, a la hora de tomar medidas en un rango concreto, los medidores utilizan filtros pasa-banda, para eliminar frecuencias de señales no deseadas (ruido), especialmente para el cálculo del valor eficaz. Esta opción dependerá de la calidad del tipo de medidor.

- **Tamaño de los sensores:** los sensores pueden ser pequeños (de unos pocos milímetros), y por tanto capaces de analizar las variaciones de los campos en distancias relativamente pequeñas. Sin embargo, en muchas ocasiones puede ser deseable utilizar sensores de mayor tamaño para medir el campo medio en un área determinada.
- **Lectura y registro:** los medidores pueden tener visualizadores digitales o analógicos. Puede que sólo puedan mostrar un valor en tiempo real, o tengan la capacidad de almacenar los valores con una precisión determinada, además de calcular varios parámetros (medias, valores máximos...).

Una vez dadas las características generales de un medidor, también existirán diferencias en tamaño, peso, consumo de energía, precisión de la medida, etc.

Algunos medidores son adecuados para temas de investigación y estudios detallados, mientras otros más simples serán suficientes para ciertas aplicaciones, como por ejemplo ir acoplados en voluntarios durante un período de tiempo determinado.

No existe el mejor o el peor medidor, sino el más adecuado, lo que dependerá del tipo de aplicación. Se pueden tener medidores de mano, o una estación de medición.

### **5.1 Aparatos actuales.**

Estos nuevos aparatos además de su precisión y fiabilidad, son medidores de campos electromagnéticos fáciles de usar, a continuación se detalla algunos de los equipos más utilizados para evaluar la exposición a los CEM de baja frecuencia, tanto para aplicar el principio de evitación prudente, como para investigar posibles causas de electrosensibilidad.

#### **- ME 3030B.**

Recomendado para uso particular para la realización de mediciones de campos electromagnéticos y la evaluación de las exposiciones experimentadas por las personas en el domicilio.

El ME3030B es un equipo de uso muy fácil, fiable y preciso, que mide el componente magnético (nanoTesla) y el componente eléctrico (voltios por metro) de los campos electromagnéticos de baja frecuencia generados por transformadores, líneas de alta tensión, y equipos eléctricos.

Mide la intensidad de campo electromagnético en el rango de frecuencias de 16 Hz a 2 kHz, (Figura 5.1a).



Figura 5.1a: Modelo ME3030B  
[www.radiansa.es](http://www.radiansa.es)

#### - Spectran NF5030.

Recomendado para uso profesional, para realizar mediciones de alta precisión de los campos electromagnéticos en los lugares de trabajo y los domicilios. Se usa para medir las exposiciones experimentadas por los trabajadores y el público, y evaluar los posibles riesgos para la salud relacionados con los campos electromagnéticos (como la Lipoatrofia Semicircular por ejemplo), y el cumplimiento de los límites de exposición normativos.

El NF5030 (Figura 5.1b), mide tanto el componente magnético (nanoTesla) como el componente eléctrico (voltios por metro) de los campos electromagnéticos de baja frecuencia generados por transformadores, líneas de alta tensión, equipos médicos y industriales, y otros equipos eléctricos.

Es un medidor espectroscópico, que puede medir el campo magnético en cualquier rango de frecuencia especificado dentro de su rango de medición. El equipo también puede mostrar el nivel de campo electromagnético, como un porcentaje de los límites de exposición legales vigente en el estado Español, para facilitar la interpretación de los resultados obtenidos.



Figura 5.1b: Modelo NF5030  
[www.radiansa.es](http://www.radiansa.es)

**- NFA 1000.**

Los NFA 1000 (Figura 5.1c), de Gigahertz Solutions son medidores de uso profesional, miden el campo magnético total en 3-dimensiones y disponen de un datalogger (registro de datos).

Los NFA 1000 miden tanto el componente magnético (nanoTesla) como el componente eléctrico (voltios por metro) de los campos electromagnéticos de baja frecuencia generados por transformadores, líneas de alta tensión, y equipos eléctricos.

Se usan para realizar mediciones de alta precisión de las exposiciones experimentadas por los trabajadores y el público a los campos electromagnéticos, y el cumplimiento de los límites de exposición normativos.



Figura 5.1c: Modelo NFA1000  
[www.radiansa.es](http://www.radiansa.es)

**CAPITULO 6. MATERIALES DE PROTECCIÓN.**

Debido al previo conocimiento de que todos estamos expuestos a las repercusiones de los CEM, los nuevos entes arquitectónicos deben contemplar las protecciones contra este tipo de radiaciones, para evitar los posibles efectos sobre la salud del ser humano.

Para mitigar la exposición a las diversas REM, en el mercado actual están surgiendo diversos apartaros y materiales de aislamiento para la edificación. Estos son relativamente fáciles de instalar y a precios asequibles. Se suministran varios materiales de blindaje y sistemas de protección para apantallar la radiación electromagnética emitida por las antenas, como las estaciones base de telefonía móvil. Además de materiales anti radiación usados para proteger habitaciones, viviendas y edificios contra el electrosmog de alta frecuencia.

Los materiales típicos utilizados para el aislamiento electromagnético son de chapa metálica, malla metálica, y espuma de metal. Cualquier agujero en el escudo o malla debe ser significativamente menor que la longitud de onda de la radiación que se mantiene fuera, o la caja de una superficie aproximada de realización ininterrumpida.

Otro método comúnmente utilizado de protección, es especialmente en productos electrónicos alojados en cajas de plástico, para cubrir el interior del recinto con una tinta metálica u otro material similar.

Existe una tinta que se compone de un material de soporte, cargado con un metal adecuado, normalmente de cobre o níquel, en forma de partículas muy pequeñas. Se pulveriza sobre el recinto y una vez seco, produce una capa continua de metal conductor que puede ser conectado eléctricamente a la tierra del chasis del equipo, proporcionando así una protección eficaz.

### **6.1 Materiales para la edificación.** [20]

La gama de materiales de protección está diversificada según la zona que se pretende proteger, abarcando todo el contorno de posibilidades que tenga una edificación de ser perjudicada por esta. Esta gama se divide en paredes y techos; ventanas; camas y suelos.

#### **6.1.1 Paredes y techos.**

Se trata de una gama de pinturas y mallas, de las cuales se pueden citar sus propiedades y características.

- **Pintura de blindaje, bote 5 litros,** (Figura 6.1.1).

Es una pintura conductiva que se compone de partículas de carbón contenidas en una emulsión de acrílico puro de la alta calidad, es decir no contiene ningún componente metálico, ni ningún componente tóxico, además cumple con los requisitos de materiales para uso en edificios sanos.

Es resistente al agua y tiene una alta adherencia a las superficies como la pintura plástica, tableros de construcción, cemento, yeso, poliestireno, superficies de albañilería, etc. La pintura es recomendada tanto para aplicaciones interiores como para aplicaciones exteriores, se aplica en las paredes como una pintura plástica normal. Luego, se puede pintar encima de la capa con una pintura plástica.

Eficacia de blindaje: 36 dB (99,975%) a 900 MHz

Color: negro

Aplicación: 1 capa

Rendimiento típico: 7,5m<sup>2</sup>/litro (interior), 5m<sup>2</sup>/litro (exterior)



Figura 6.1.1a: Pintura HSF54  
www.radiansa.com

- **Malla de blindaje (40 dB)**, (Figura 6.1.1b).

Malla semi-transparente de acero inoxidable de alta eficacia para aislar la radiación de alta frecuencia, y los campos eléctricos de baja frecuencia (con toma de tierra). Puede ser utilizada tanto en interiores como en exteriores. Se puede aplicar entre dos estructuras de pladur o yeso, o directamente fijarla en la pared mediante cualquier método de sujeción.

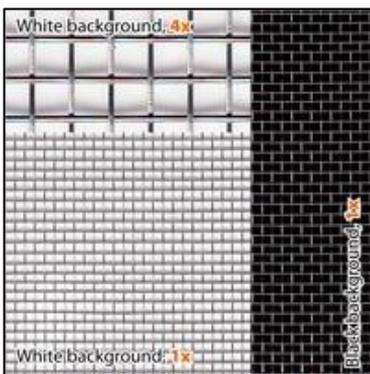


Figura 6.1.1b: Malla  
www.radiansa.com

Anchura de rollo: 1,0 m

Eficacia nominal: 40dB (99,99% reducción) a 1 GHz

Apertura de malla: 1,0mm

Espesor: 0,32 mm

Superficie abierta: 74%

Color: plata

Peso: 260 g/m<sup>2</sup>

- **Malla de blindaje**, (Figura 6.1.1c).

Malla ligera de acero inoxidable de alta sensibilidad para aislar la radiación de alta frecuencia. Su estructura permite aplicarla en varias situaciones, desde la construcción hasta la confección de mosquiteras.

Anchura de rollo: 1,20 metros

Eficacia nominal: 50dB (99,999% reducción) a 900MHz

Apertura de malla: 0,3 mm

Color: plata

Peso: 200 g/m<sup>2</sup>



Figura 6.1.1c: Malla  
www.radiansa.com

- **Malla de blindaje de 10 y 50 metros (apta para exteriores)**, (Figura 6.1.1c).

A2000 es una malla de fibras de acero inoxidable entretejidas con una capa conductiva, fácil de aplicar, plegable, resistente a la putrefacción y a las heladas, por eso, es muy apta para aplicaciones exteriores. Se puede instalar dentro de paredes y estructuras de hormigón, también puede reemplazar la malla de refuerzo normal. Además, se puede fijar la malla a esgrimas y barreras de balcones para apantallar espacios exteriores.

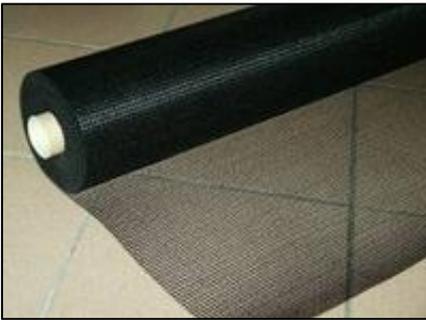


Figura 6.1.1d: Malla  
www.radiansa.com

Color: Negro

Espesor: 0,5 mm

Apertura de malla: 5 mm

Peso: 200 g/m<sup>2</sup>

Eficacia nominal: 20dB (99% reducción) a 900MHz

Anchura de rollo: 1 metro

### 6.1.2 Ventanas.

Estos materiales están enfocados en apantallar las ventanas de las radiaciones de alta frecuencia.

- **Voile Tela de cortinas**, (Figura 6.1.2a).

Una tela del estilo voile, de tacto satinado, especialmente adecuado para la confección de visillos y cielos de cama. El tejido abierto de la tela proporciona privacidad y una buena transmisión de luz. Compuesta de 83% poliéster, la tela Voile incorpora hilos delgados de cobre recubiertos de plata para proporcionar una alta eficacia de blindaje en todos los rangos de frecuencias usados por las redes de telefonía móvil, antenas de tv, radio, wifi, etc. La tela es lavable sin perjudicar las prestaciones de blindaje y es recomendada para aplicaciones interiores. Tiene un pequeño contrapeso en uno de los extremos para asegurar una mejor caída de la tela.

Anchura de rollo: 295 cm

Eficacia nominal medida a 1 GHz: 35dB (99,97%)

Construcción de tela: tejido

Color: blanco

Transmisión de luz: alta

Privacidad: alta

Peso: 55 g/m<sup>2</sup>



Figura 6.1.2a: Tela  
www.radiansa.com

- **Película de alta transmisión de luz**, (Figura 6.1.2b).

Folio metálico adhesivo de muy alta calidad para apantallar ventanas contra la radiación de alta frecuencia, que combina una excelente transmisión de luz con una buena eficacia de blindaje. Nota importante: los folios solo son aptos para ventanas dotados con marcos de aluminio.



Figura 6.1.2b: Película  
www.radiansa.com

Eficacia de blindaje nominal: 32dB (99,94%) a 1 GHz

Transmisión de luz: 72%

Anchura de rollo: 152cm

### 6.1.3 Camas.

- **Cielo de cama**, (Figura 6.1.3).

Son confecciones adaptables a las camas para que con su recubrimiento se proteja mientras estás descansando.

Anchura: 230 cm, profundidad: 230 cm, altura: 240 cm

Eficacia de blindaje nominal: 25 dB (99,68%) a 1 GHz

Color: blanco

Peso: 65 g/m<sup>2</sup>



Figura 6.1.3: Cielo de cama  
www.radiansa.com

### 6.1.4 Suelos.

- **Alfombrillas**, (Figura 6.1.4).

Alfombrilla para proteger contra radiación de alta frecuencia que proviene del suelo. Es un producto complementario de los cielos de cama para conseguir el blindaje en todas las direcciones, según el efecto de la "jaula de Faraday"



Figura 6.14: Alfombra  
[www.radiansa.com](http://www.radiansa.com)

Dimensiones: 140 x 250 cm

Eficacia de blindaje nominal: 35 dB (99,97 %) a 1 GHz

Algodón 68%, poliéster 16%, acero inoxidable 16%

Color: gris clara / plata

Al ser este proyecto de investigación y experimentación fundamentalmente orientado a la radiación que penetra del exterior al interior de la edificación, dichas radiaciones generadas internamente no se han tomado en cuenta, aunque si analizadas. Puesto que estaremos enfocados primordialmente en las externas que son más difíciles de controlar.

También cabe recalcar, que es un sector relativamente nuevo de fabricantes de materiales de protección, por lo cual aun no existe una amplia gama de materiales y productos a escoger, pero los mismos representan un buen punto de partida para iniciar a realizar experimentos de mediciones e implementarlos dentro de la edificación.

## CAPITULO 7. LA FÁBRICA DEL SOL (CASO PRÁCTICO I).



El previo estudio de las Radiaciones Electromagnéticas y los materiales que proporciona el mercado para proteger a los usuarios de la edificación contra estas radiaciones, necesitaría un aval económico, sponsor, que se planteara solventar el coste de estos materiales. Al ser una entidad que se preocupada por el medio ambiente, estuvieron de acuerdo en colaborar con nosotros y gestionar los materiales necesarios para realizar las pruebas pertinentes.

### 7.1 Descripción.



Figura 7.1: La Fàbrica del Sol  
Manuel Colón

#### - ¿Qué es La Fàbrica del Sol?

Es un equipamiento para la educación ambiental promovido por el Área de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Barcelona, y en colaboración con la asociación Futuro Sostenible. Un espacio vivo donde se aportan e intercambian ideas para avanzar en el camino de la sostenibilidad.

#### - ¿Qué ofrece?

Un servicio de información y asesoramiento sobre cualquier cuestión relacionada con el medio ambiente urbano, la sostenibilidad y las energías renovables. [21]

Ofrece una exposición permanente que muestra la propia rehabilitación del edificio, que constituye en sí mismo un ejemplo de construcción sostenible. La muestra puede ser visitada de manera individual libre o con audio guía adaptada o en grupo. Integra diversos recursos audiovisuales e interactivos que hacen de la visita una experiencia educativa que permite encontrar soluciones individuales y colectivas, para vivir de una manera más sostenible, tanto desde el punto de vista arquitectónico, como del estilo de vida.

Además ofrece una completa programación de actividades de carácter formativo, informativo y participativo que incluye: talleres educativos, exposiciones temporales, itinerarios urbanos, charlas y conferencias y actividades lúdicas de fin de semana. Espacio abierto a los colectivos que quieran colaborar en proyectos comunes y disponer de las instalaciones y servicios para desarrollar iniciativas relacionadas con la sostenibilidad. Un servicio de préstamo de material relacionado con la sostenibilidad. [22]

No podíamos dejar pasar la oportunidad, de poner en práctica todo el proceso teórico, el cual conlleva una serie de mediciones para determinar si un edificio o espacio específico de este, está afectado por Radiaciones Electromagnéticas. Se nos proporcionó todo el espacio físico de la Fábrica del Sol para que realicemos las mediciones de lugar y determinar si esta contaminado por REM.

## 7.2 Ubicación.

La fábrica del Sol está ubicada (Figura 7.2):

Passeig Salvat Papasseit, #1.

08003 Barcelona.



Figura 7.2: Ubicación

[www.sindicatoates.com](http://www.sindicatoates.com) / [elradioadictonet.blogia.com](http://elradioadictonet.blogia.com) /  
[www.mcrit.com/crbs](http://www.mcrit.com/crbs)

### 7.3 MORFOLOGÍA.

La Fábrica del Sol está compuesta por la planta baja (Figura 7.3a,c,d,e), planta 1 y la terraza (Figura 7.3b). En donde se distribuye alrededor de todo el edificio la amplia gama tecnológica que la convierte en un edificio sostenible. Además la planta 1 está compartida con otra institución, Fundació Futur Sostenible, compuesta por: Associació Desenvolupament comunitari, TRAMA y SEBA.

Planta Baja y Terraza

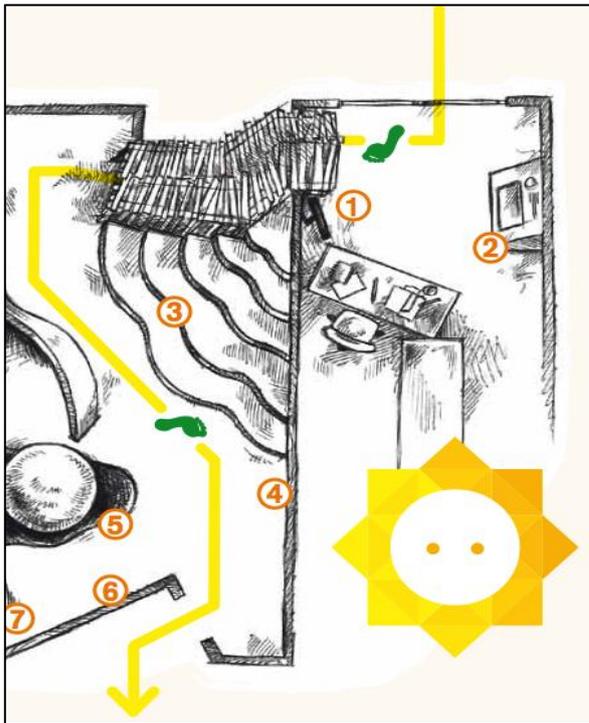


Figura 7.3a: Planta baja

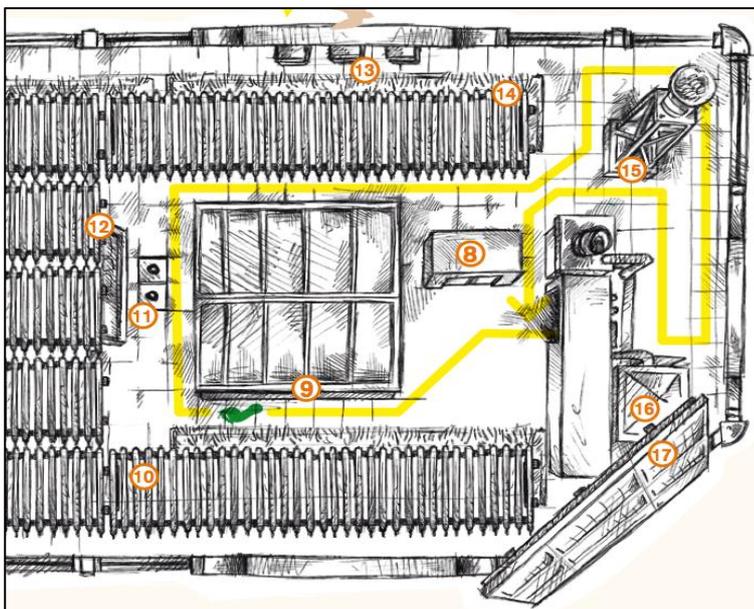


Figura 7.3b: Terraza  
[www.mcrit.com/crbs/](http://www.mcrit.com/crbs/)

#### LEYENDA

<b>1</b>	Entrada
<b>2</b>	Emisiones que generas cuando recorres la fabrica del sol
<b>3</b>	Gradas
<b>4</b>	Medición de impacto sobre el medio
<b>5</b>	Transporte de luz solar
<b>6</b>	Conocer el aprovechamiento de las energías
<b>7</b>	Energías renovables
<b>8</b>	Ascensor
<b>9</b>	Claraboya
<b>10</b>	Instalación solar térmica
<b>11</b>	El aljibe
<b>12</b>	Ecomapa Barcelona
<b>13</b>	Nidos
<b>14</b>	Cubierta verde
<b>15</b>	Captador solar
<b>16</b>	Torre de refrigeración
<b>17</b>	Placa fotovoltaica

Continuación Planta Baja

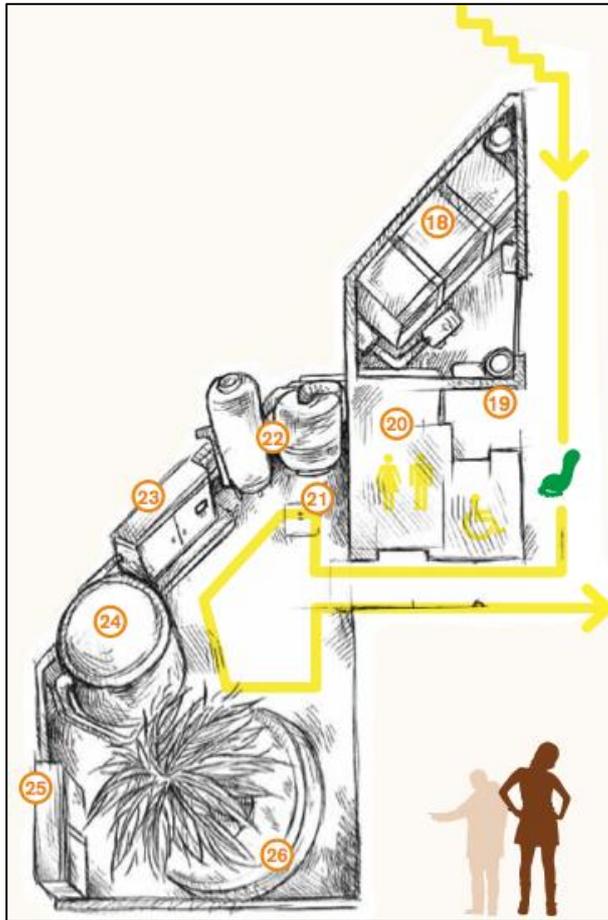


Figura 7.3c: Cont. Planta baja  
www.mcrit.com/crbs/

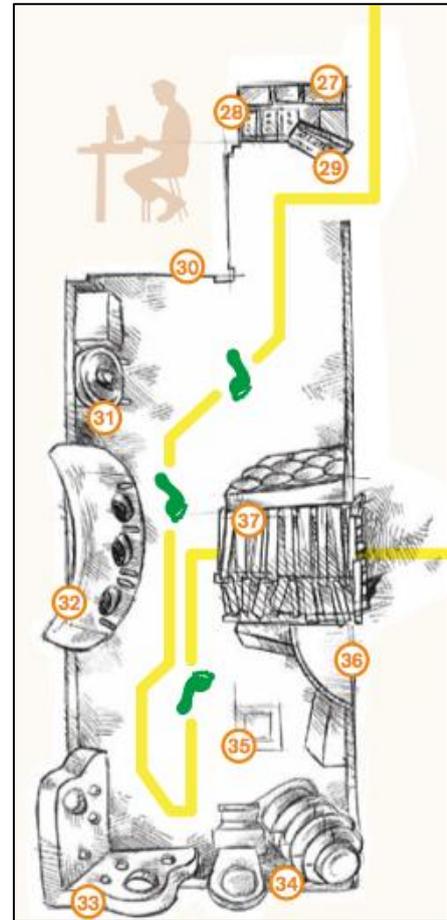


Figura 7.3d: Cont. Planta baja  
www.mcrit.com/crbs/

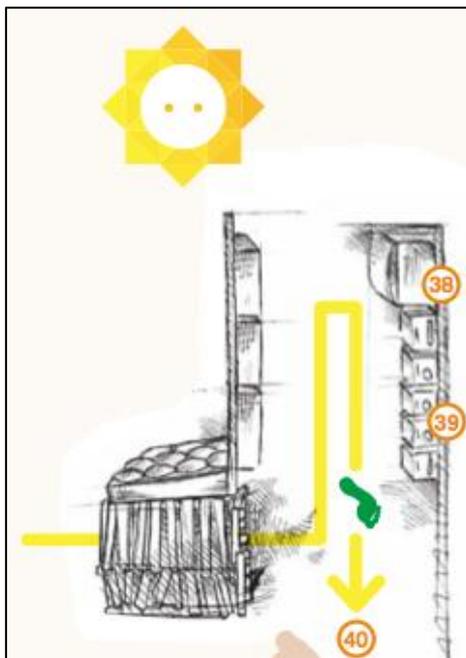


Figura 7.3e: Cont. Planta baja  
www.mcrit.com/crbs/

<b>18</b>	La caldera	<b>30</b>	La oficina verde
<b>19</b>	El techo	<b>31</b>	Servicio de préstamo
<b>20</b>	El agua	<b>32</b>	Tu eres la F.S
<b>21</b>	La bomba de achique	<b>33</b>	La radiografía
<b>22</b>	Vasos de expansión	<b>34</b>	El día a día
<b>23</b>	Maquina de absorción	<b>35</b>	El suelo radiante
<b>24</b>	Dispositivo de acumulación	<b>36</b>	La eficiencia
<b>25</b>	Aguas grises	<b>37</b>	La agenda 21
<b>26</b>	La Palmera	<b>38</b>	Consumo responsable
<b>27</b>	Armario colector	<b>39</b>	Los residuos
<b>28</b>	Las baterías	<b>40</b>	Tu paso
<b>29</b>	El marcador		

## **7.4 MEDICIONES.**

Las mediciones consistieron en la utilización de un aparato profesional destinado a la medición tanto de Radiaciones Electromagnéticas de alta frecuencia como de baja frecuencia.

### **7.4.1 Metodología.**

Para iniciar con las pruebas pertinentes sobre la existencia o no de radiaciones electromagnéticas, en este edificio se procedió a realizar un recorrido por todos los espacios internos de este.

**Es importante mencionar que no se encontró REM de alta incidencia de las frecuencias:**

- **GSM 900 Mhz.**
- **GSM 1800 Mhz.**
- **UMTS.**

Siendo estas frecuencias las más comunes, puesto que pertenecen a las ondas provenientes de las antenas de telefonía móvil. También es pertinente aclarar nuevamente, que este proyecto está concebido para realizar mediciones emitidas por fuentes externas, las cuales son las más complicadas de analizar y no de las internas generadas por los propios aparatos tecnológicos que se utilizan.

Sin embargo dentro de ese rango analizado, en donde no se encontraron REM que podrían significar una influencia negativa sobre la salud de los usuarios de este edificio, procedimos a realizar una serie de mediciones en donde se había encontrado el mayor número de incidencia ( Salón de reuniones de la 1ra planta ).

El proceso se desglosó de la siguiente forma:

1. Mediciones en los tres tipos de frecuencias en cada uno de las cuatro esquinas de la habitación. (por lo general en las esquinas de los espacios y cerca de las ventanas es donde se encuentra concentrada la mayor parte de la radiación).
2. Las 3 mediciones consistieron en un intervalo de tiempo de 900 segundos por cada frecuencia.

3. Dentro del rango de 900 segundos por frecuencia se distribuyeron en 300 segundos para cada medición, generando esto 3 valores de la misma frecuencia durante el rango de 900 = 15 minutos.
4. El proceso se fue repitiendo en cada esquina hasta agotar las tres frecuencias y sus respectivos intervalos de tiempo.

En la siguiente imagen (Figura 7.4.1), se puede apreciar el por qué este espacio recibe una mayor incidencia de REM. Puesto que está más vinculado de forma directa con el exterior, además de que los sistemas acristalados son más permisivos en cuanto se refiere a la penetración de la radiación.

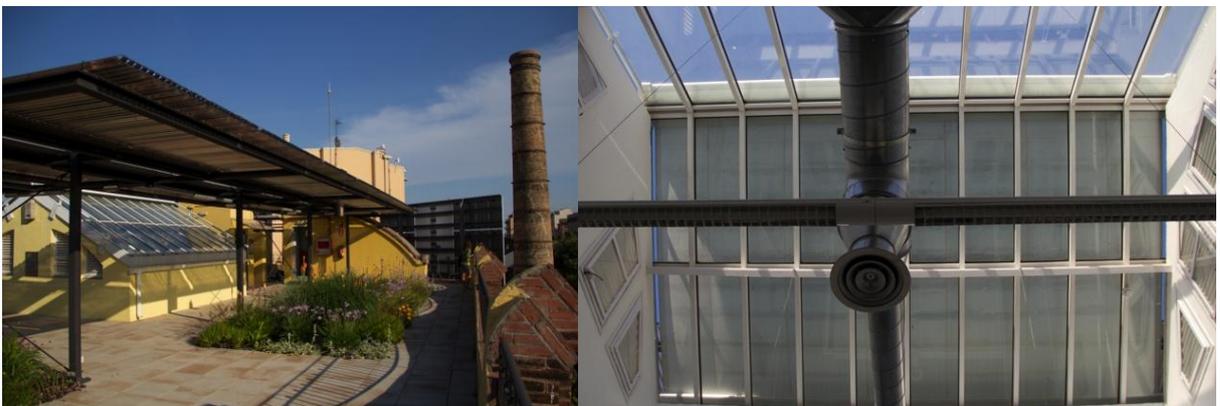
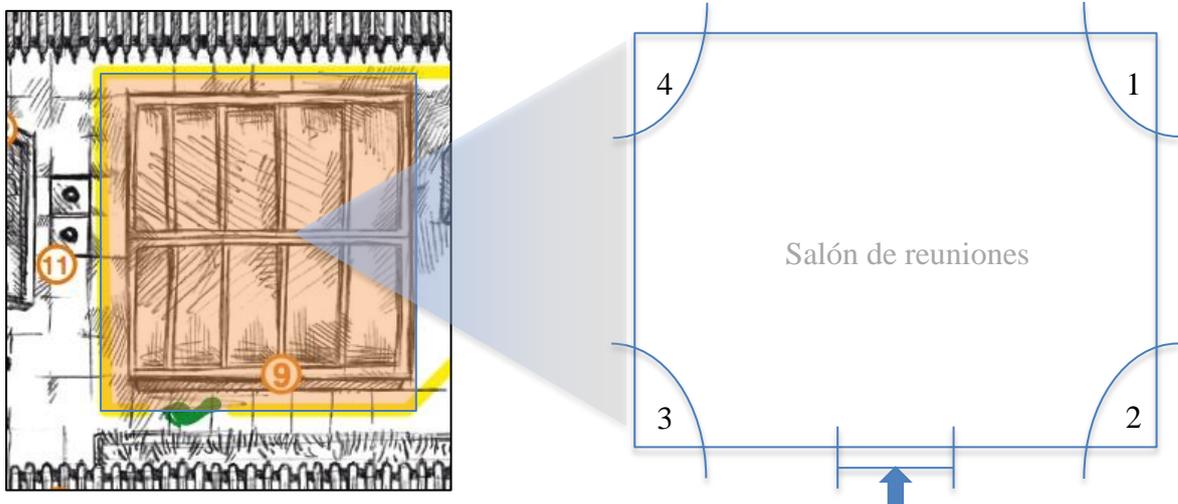


Figura 7.4.1: Cubierta  
Manuel Colón

#### 7.4.2 Recolección de datos.

Ya hemos desglosado la metodología utilizada para la recolección de los datos, en este apartado estaremos indicando gráficamente el resultado y la variación que se generó según el tipo de frecuencia y ubicación en la habitación.



Disposición de la toma de mediciones en el salón de reuniones de La Fábrica del Sol (Figura 7.4.2). Cada número representa uno de los extremos en donde se realizaron la respectiva toma de datos en las tres frecuencias de telefonía móvil. GSM 900 Mhz, GSM 1800 Mhz y UMTS.

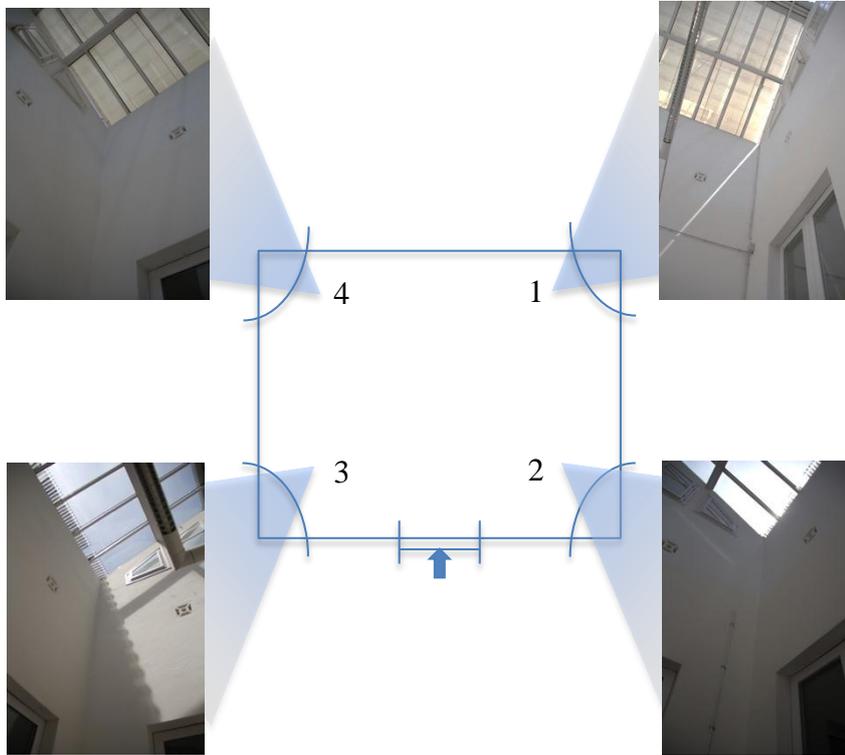


Figura 7.4.2: Salón Manuel Colón

#### 7.4.2.1 Frecuencia GSM 900 Mhz.

<u>Medición</u>	<u>Hora</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Potencia</u>		
<u>1</u>	Inicio	16:22	926Mhz	Inicio	0.005 mW/m <sup>2</sup>
	Final	16:37	935 Mhz	Final	0.005 mW/m <sup>2</sup>
<u>2</u>	Inicio	16:47	957 Mhz	Inicio	0.003 mW/m <sup>2</sup>
	Final	17:12	951 Mhz	Final	0.007 mW/m <sup>2</sup>
<u>3</u>	Inicio	17:31	926 Mhz	Inicio	0.005 mW/m <sup>2</sup>
	Final	17:46	938 Mhz	Final	0.007 mW/m <sup>2</sup>
<u>4</u>	Inicio	18:05	952 Mhz	Inicio	0.005 mW/m <sup>2</sup>
	Final	18:20	952 Mhz	Final	0.005 mW/m <sup>2</sup>

Tabla 7.4.2.1: Medición GSM 900 Mhz

#### 7.4.2.2 Frecuencia GSM 1800 Mhz.

<u>Medición</u>	<u>Hora</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Potencia</u>
<u>1</u>	Inicio 12:38	1866 Mhz	Inicio 0.011 mW/m <sup>2</sup>
	Final 12:53	1850 Mhz	Final 0.015 mW/m <sup>2</sup>
<u>2</u>	Inicio 13:28	1829 Mhz	Inicio 0.001 mW/m <sup>2</sup>
	Final 13:43	1810 Mhz	Final 0.040 mW/m <sup>2</sup>
<u>3</u>	Inicio 13:50	1830 Mhz	Inicio 0.011 mW/m <sup>2</sup>
	Final 14:05	1810 Mhz	Final 0.013 mW/m <sup>2</sup>
<u>4</u>	Inicio 14:14	1810 Mhz	Inicio 0.002 mW/m <sup>2</sup>
	Final 14:31	1875 Mhz	Final 0.024 mW/m <sup>2</sup>

Tabla 7.4.2.2: Medición GSM  
1800 Mhz

#### 7.4.2.3 Frecuencia UMTS.

<u>Medición</u>	<u>Hora</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Potencia</u>
<u>1</u>	Inicio 16:40	2147 Mhz	Inicio 0.007 mW/m <sup>2</sup>
	Final 16:55	2147 Mhz	Final 0.007 mW/m <sup>2</sup>
<u>2</u>	Inicio 17:13	2153 Mhz	Inicio 0.007 mW/m <sup>2</sup>
	Final 17:28	2153 Mhz	Final 0.007 mW/m <sup>2</sup>
<u>3</u>	Inicio 17:49	2110 Mhz	Inicio 0.002 mW/m <sup>2</sup>
	Final 18:04	2120 Mhz	Final 0.002 mW/m <sup>2</sup>
<u>4</u>	Inicio 18:21	2152 Mhz	Inicio 0.005 mW/m <sup>2</sup>
	Final 18:36	2168 Mhz	Final 0.005 mW/m <sup>2</sup>

Tabla 7.4.2.3: Medición UMTS

#### 7.4.2.4 Comparación de resultados obtenidos.

Al concluir con las mediciones y la organización de los valores obtenidos, se continuó con el análisis y la selección de las mayores potencias arrojadas por cada frecuencia. (Tabla 7.4.2.4<sup>a</sup> y Grafico 7.4.2.4).

NIVELES MÁS ALTOS	
FRECUENCIA	POTENCIA MW/M2
1) 938 MHZ	0.007
2) 1815 MHZ	0.024
3) 2153 MHZ	0.007

Tabla 7.4.2.4a: Mayor nivel por  
frecuencia

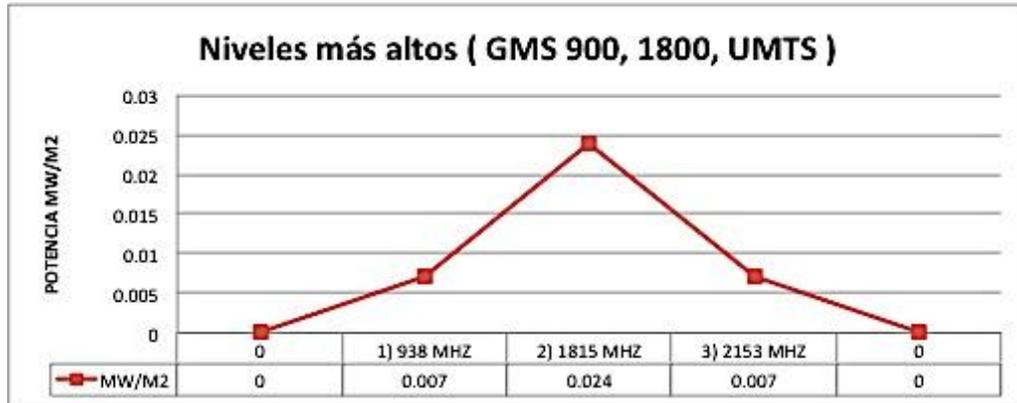


Grafico 7.4.2.4: Mayor nivel por frecuencia

Por último se hizo una comparación de los niveles de exposición para las personas, tanto en los límites establecidos por la Generalitat de Catalunya (Tabla 7.4.2.4b), como de la propuesta Salzburgo (Objetivo de Italia) (Tabla 7.4.2.4c). Límite razonable según expertos.

- Los límites establecidos por la Generalitat de Catalunya:

$W/m^2$	$mW/m^2$	$\mu W/cm^2$	$nW/cm^2$	V/m
2	2,000	200	200,000	27,459

Tabla 7.4.2.4b: Niveles por la Generalitat

- Los límites establecidos por la Salzburgo.:

$W/m^2$	$mW/m^2$	$\mu W/cm^2$	$nW/cm^2$	V/m
0,001	1	0,1	100	0,614

Tabla 7.4.2.4c: Niveles por la Salzburgo

## **7.5 CONCLUSIONES.**

Previamente habíamos mencionado que no se encontraron niveles altos de incidencia en todo el espacio interno del edificio de La Fábrica del Sol. Y esto se pudo confirmar por medio de la comparación de los niveles límites permitidos por Salzburgo y los obtenidos de las mediciones in situ, con una notable diferencia entre  $1 \text{ mW/m}^2$  y  $0,024 \text{ mW/m}^2$  respectivamente.

Por ello nos referimos a que este edificio está limpio de la contaminación física electromagnética. Estos bajos niveles, es posible que se vean influenciados debido a que su emplazamiento no está afectado de forma directa por alguna antena de telefonía móvil o radiofrecuencia.

Nuestra idea inicial consistía en poder encontrar un rango de afectación parcialmente alto o muy alto de radiación, así podríamos iniciar con el proceso de utilización de los materiales de protección contra las radiaciones electromagnéticas, no siendo este el caso, de todas formas procedimos a realizar las mediciones que previamente se mencionaron y desglosaron en un área específica de dicho edificio, en la cual se obtuvo, entre esa baja incidencia, la mayor potencia.

Esto significó que nuestro proceso de recolección de datos apenas está iniciando y debemos encontrar un lugar en donde si exista una alta incidencia de REM, sin embargo la ayuda proporcionada por la directiva de La Fabrica del Sol, nos sirvió de punto de partida para la comprensión del proceso de la toma de datos, escrutinio y finalmente análisis y comparación de estos.

Podemos decir que nuestra investigación llegó a la conclusión de que en La Fábrica del Sol no existen Radiaciones Electromagnéticas de alta y baja frecuencia que sean significativas. Lo cual le proporciona un punto más favorable a esta institución y edificio demostrativo, destinado al aprendizaje y divulgación de la sostenibilidad.

## **CAPITULO 8. PROGRAMA DE INVESTIGACION EN VIVIENDA (CASO PRÁCTICO II).**

Ya tomado como ejemplo el caso de La Fábrica del Sol, se tomó como referencia la experiencia adquirida en la recolección de la información y mejor entendimiento del espectrómetro de medición de Radiación Electromagnética. Esto nos llevó a buscar una vivienda en donde si pudiéramos realizar mediciones y obtener una incidencia de REM significativa.

### **8.1 Metodología.**

En principio escogimos un piso localizado en frente de una antena de telefonía Móvil, realizamos un muestreo general en el mismo, encontrándose incidencia directa en el salón y la habitación principal. Este nos proporciono, para nuestros fine, un lugar excepcional con un índice razonable de Radiación Electromagnética.

Habíamos planteado una metodología en le primer caso práctico que consistió en un rango de mediciones de 900 segundos, con intervalos de 300 segundos. Se consideró que al haber muy poca radiación electromagnética en La Fábrica del Sol no ameritaba mediciones de más tiempo.

En este segundo caso práctico, en el cual encontramos un piso que si arrojó medidas razonables para realizar un estudio más profundo, cambiaremos el rango de mediciones a uno más extenso. Las mediciones se cuadruplicarán en lo que se refiere al rango de tiempo.

Una vez más se tomaron en cuenta las siguientes frecuencias:

- GSM 900 Mhz.
- GSM 1800 Mhz.
- **UMTS.**

El proceso se desglosó de la siguiente manera:

1. Comparación de rango entre la radiación encontrada en el salón y la habitación.
2. Selección de la habitación como zona de estudio. (Desglose 8.4.1 Mediciones preliminares.)
3. Rango de una hora de medición por tipo de frecuencia.
4. Intervalo de media hora en cada captura durante esta hora.
5. Procesamiento de los datos obtenidos.

6. Comparación entre frecuencias.
7. Comparación entre niveles de exposiciones recomendados.
8. Conclusiones.

### Resumiéndose a que:

Se determinó que de las dos zonas con radiación electromagnética se eligió la habitación principal, por que es la zona en donde el usuario pasa la mayor parte del tiempo, ya que no solo es su área de descanso sino también de estudio.

## 8.2 Ubicación del lugar.

Avenida Madrid No 9. Escalera A 7mo, 3ra.  
08028, Barcelona.



Figura 8.2: Ubicación  
[www.sindicatoates.com](http://www.sindicatoates.com) / [elradioadictonet.blogia.com/](http://elradioadictonet.blogia.com/)  
[www.mcrit.com/crbs](http://www.mcrit.com/crbs)

### 8.3 Descripción del lugar.

Es piso compartido entre estudiantes y su fachada frontal es la que tiene una relación directa con la antena de telefonía móvil.

La antena está situada a una distancia menor a 20 metros aproximadamente de dicho piso, (Figura 8.3a), (Figura 8.3b). Es una zona primordialmente habitacional, con la ya conocida tipología de Barcelona ciudad de comercios en las plantas bajas (Figura 8.3c).



Figura 8.3 a: Relación  
maps.google.com

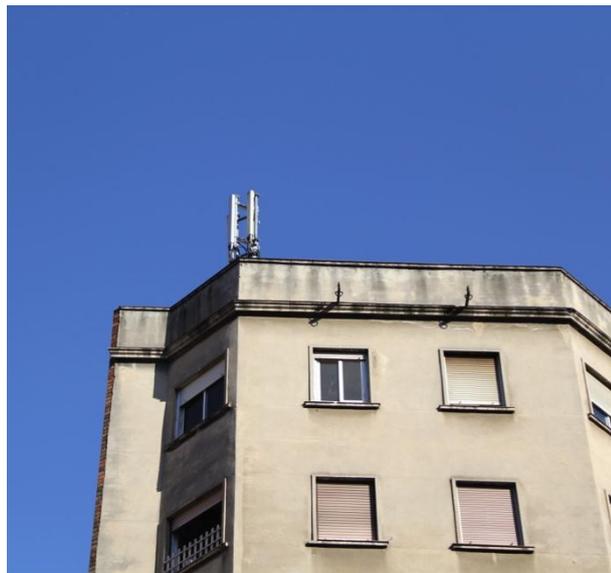


Figura 8.3b: Antena  
Manuel Colón

-  = Piso Madrid, 9.
-  = Relación directa entre el piso y la antena.
-  = Antena de telefonía móvil.



Figura 8.3c: Tipología  
Manuel Colón

#### **8.4 Instrumento de medición SPECTRAN HF-2025E.**

Medidor, analizador de radiación de alta y baja frecuencia apto para medir emisiones de telefonía móvil (GSM, DCS, UMTS), teléfonos inalámbricos wifi, bluetooth, y radares de control aéreo.

El HF2025E (Figura 8.4), es un medidor espectroscópico que permite la medición de rangos de frecuencia específicos y puede discriminar entre los varios sistemas de telefonía móvil y mostrar un espectro de frecuencias. Además de lecturas en unidades estándares, el medidor muestra el nivel de radiación lectura como porcentaje de los límites de exposición vigente en el Estado Español para facilitar la interpretación de los resultados obtenidos.

- Unidades de lectura:  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ , V/m, A/m, %ICNIRP
- Rango de frecuencia: 0 MHz - 2,5 GHz
- Evaluación de señal: valor promedio
- Precisión nominal: +/- 4 dB

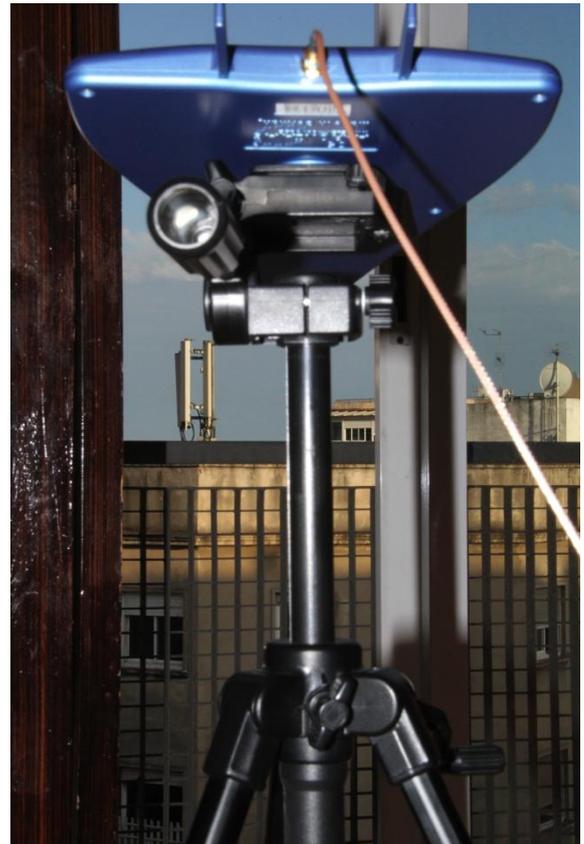
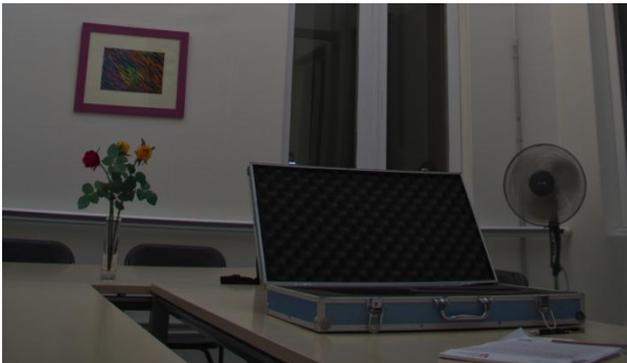


Figura 8.4: SPECTRAN  
Manuel Colón / <http://www.rtelecom.net/>

### 8.4.1 Mediciones preliminares.

Luego de haber encontrado una incidencia entre los rangos de frecuencia de, GSM 900 Mhz, GSM 1800 Mhz y UTMS 2100, se determinó que la única señal que ameritaba un estudio más profundo era la UMTS desglosando el por qué y la metodología a continuación:

- Metodología.
  1. Determinar cuales áreas tenían una incidencia directa en el piso.
  2. Ya encontradas las zonas realización medidas.
  3. Rango de mediciones de 15 minutos por frecuencia.
  4. Determinación del dormitorio como espacio de estudio
  5. Selección de frecuencia UMTS.

Como mencionamos anteriormente que las dos zonas que tienen contacto directo con la antena son el salón y el dormitorio principal, (Figura 8.4.1), Llegamos a la conclusión de que la habitación sería la más adecuada, como ya hemos mencionado anteriormente. (8.1 Metodología) Se procedió a realizar las mediciones de lugar.

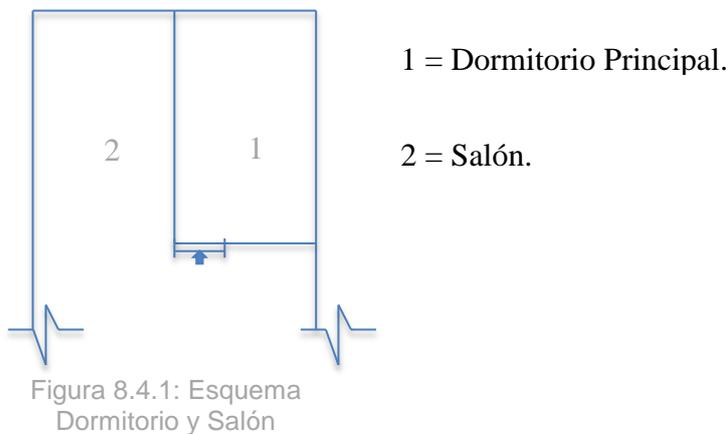


Figura 8.4.1: Esquema Dormitorio y Salón

- Datos preliminares obtenidos en la frecuencia **GSM 900 MHz.** (Tabla 8.4.1a)  
**Dormitorio:**

<u>Medición</u>	<u>Hora</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Potencia</u>
1	Inicio	15:00	- Mhz
	Final	16:55	- Mhz
	Inicio		0.04 mW/m <sup>2</sup>
	Final		0.07 mW/m <sup>2</sup>

Tabla 8.4.1a: GSM 900 MHz.

- Datos preliminares obtenidos en la frecuencia **GSM 1800 MHz**. (Tabla 8.4.1b)

**Dormitorio:**

<u>Medición</u>	<u>Hora</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Potencia</u>
<u>1</u>	Inicio 15:20	- Mhz	Inicio 0.01 mW/m <sup>2</sup>
	Final 15:45	- Mhz	Final 0.68 mW/m <sup>2</sup>

Tabla 8.4.1b: GSM 1800 MHz.

- Datos preliminares obtenidos en la frecuencia **UMTS**. (Tabla 8.4.1c) **Dormitorio:**

<u>Medición</u>	<u>Hora</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Potencia</u>
<u>1</u>	Inicio 15:50	- Mhz	Inicio <b>0.89 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 16:05	- Mhz	Final <b>1.44 mW/m<sup>2</sup></b>

Tabla 8.4.1c: UMTS.

Como se puede verificar en las tablas. La única frecuencia que sobre pasa los límites recomendados por Salzburgo es la UMTS, lo cual justifica que esta sea la única frecuencia a considerar en la serie de mediciones en este proceso de investigación.

**8.4.2 Mediciones directas.**

Ya estipulado que el dormitorio sería la zona con los fines de este estudio. Se resume a que consistió, 3 horas de mediciones con intervalos de media hora entre cada una, para un total de 6 mediciones en 3 horas bajo la frecuencia **UTMS**. (Tablas 8.4.2 a,b,c,d,e,f,g).

El dormitorio tiene aproximadamente entre 10 y 12 metros cuadrados, distribuido con un mobiliario de una cama doble, escritorio, guardarropas, un estante y una mesa de noche.

**Resultado General UMTS**

<u>Medición</u>	<u>Hora</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Potencia</u>
<u>1</u>	Inicio 19:52	2139 - Mhz	Inicio <b>1.09 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 22:52	2138 - Mhz	Final <b>2.08 mW/m<sup>2</sup></b>

Tabla 8.4.2a: General UMTS.

**Primera media hora UMTS**

<b><u>Medición</u></b>	<b><u>Hora</u></b>	<b><u>Frecuencia</u></b>	<b><u>Potencia</u></b>
<b><u>1/2</u></b>	Inicio 19:52	2139 - Mhz	Inicio <b>1.09 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 20:52	2138 - Mhz	Final <b>1.39 mW/m<sup>2</sup></b>

Tabla 8.4.2b: Primera UMTS.

**Segunda media hora UMTS**

<b><u>Medición</u></b>	<b><u>Hora</u></b>	<b><u>Frecuencia</u></b>	<b><u>Potencia</u></b>
<b><u>1</u></b>	Inicio 20:22	2138 - Mhz	Inicio <b>1.39 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 20:52	2138 - Mhz	Final <b>1.79 mW/m<sup>2</sup></b>

Tabla 8.4.2c: Segunda UMTS.

**Tercera media hora UMTS**

<b><u>Medición</u></b>	<b><u>Hora</u></b>	<b><u>Frecuencia</u></b>	<b><u>Potencia</u></b>
<b><u>1 1/2</u></b>	Inicio 20:52	2138 - Mhz	Inicio <b>1.79 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 21:22	2138 - Mhz	Final <b>1.54 mW/m<sup>2</sup></b>

Tabla 8.4.2d: Tercera UMTS.

**Cuarta media hora UMTS**

<b><u>Medición</u></b>	<b><u>Hora</u></b>	<b><u>Frecuencia</u></b>	<b><u>Potencia</u></b>
<b><u>2</u></b>	Inicio 21:22	2138 - Mhz	Inicio <b>1.54 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 21:52	2138 - Mhz	Final <b>1.35 mW/m<sup>2</sup></b>

Tabla 8.4.2e: Cuarta UMTS.

**Quinta media hora UMTS**

<b><u>Medición</u></b>	<b><u>Hora</u></b>	<b><u>Frecuencia</u></b>	<b><u>Potencia</u></b>
<b><u>2 1/2</u></b>	Inicio 21:52	2138 - Mhz	Inicio <b>1.35 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 22:22	2138 - Mhz	Final <b>1.64 mW/m<sup>2</sup></b>

Tabla 8.4.2f: Quinta UMTS.

**Sesta media hora UMTS**

<b><u>Medición</u></b>	<b><u>Hora</u></b>	<b><u>Frecuencia</u></b>	<b><u>Potencia</u></b>
<b><u>3</u></b>	Inicio 22:22	2138 - Mhz	Inicio <b>1.64 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 22:52	2138 - Mhz	Final <b>2.08 mW/m<sup>2</sup></b>

Tabla 8.4.2g: Sesta UMTS.

### 8.4.3 Resultados.

De forma investigativa, los resultados fueron fructíferos. Hemos obtenido un promedio bastante elevado, que cuando son comparados con los límites establecidos por España, (Tabla 8.4.3a), la Generalitat de Catalunya (Tabla 8.4.3b), y Salzburgo (Tabla 8.4.3c), nos damos cuenta de la magnitud de lo que esto podría significar. A continuación resultados obtenidos (Grafico 8.4.3), con la variación según el rango de tiempo.

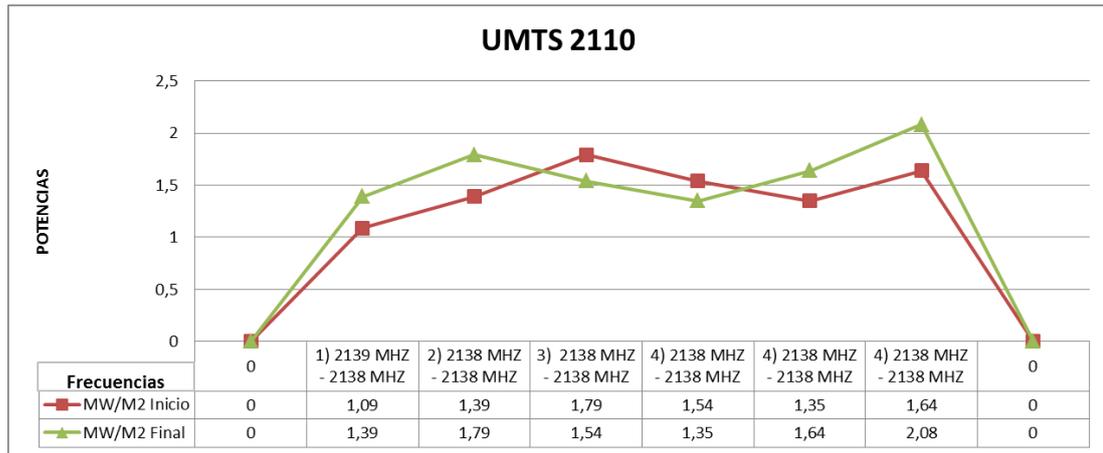


Grafico 8.4.3: Resultados obtenidos de la Fabrica del Sol.

Entre el rango de mediciones que se realizo, el promedio de radiación electromagnética encontrado es de: **1.81 mW/m<sup>2</sup>**.

Siendo los límites por países y regiones más relevantes:

Límites establecidos en España				
W/m <sup>2</sup>	mW/m <sup>2</sup>	μW/cm <sup>2</sup>	nW/cm <sup>2</sup>	V/m
4	4.000	400	400,000	38,833

Tabla 8.4.3a: España

Límites establecidos por la Generalitat de Catalunya				
W/m <sup>2</sup>	mW/m <sup>2</sup>	μW/cm <sup>2</sup>	nW/cm <sup>2</sup>	V/m
2	2.000	200	200,000	27,459

Tabla 8.4.3b: Catalunya

Límites establecidos por Salzburgo				
W/m <sup>2</sup>	mW/m <sup>2</sup>	μW/cm <sup>2</sup>	nW/cm <sup>2</sup>	V/m
0,001	1	0,1	100	0,614

Tabla 8.4.3c: Salzburgo

<b>Comparación de niveles de exposición y porcentajes</b>			
Promedio de resultado final	Limites		Porcentaje que representa
<b>1.8 mW/m<sup>2</sup></b>	España	4.000 mW/m <sup>2</sup>	0.045 %
	Catalunya	2.000 mW/m <sup>2</sup>	0.09 %
	Salzburgo	1 mW/m <sup>2</sup>	180 %

Tabla 8.4.3d: Porcentajes

### **8.5 Conclusiones preliminares.**

Ya que se confirmó que bajo el rango de la frecuencia UMTS los niveles de exposición a la Radiación Electromagnética son preocupantes, por lo menos a lo que se refieren a los límites establecidos o recomendados por Salzburgo (1mW/m<sup>2</sup>), el cual ha sido nuestro punto de referencia. Contra el nivel mas alto encontrado en el dormitorio 2.08 mW/m<sup>2</sup>.

Es de suma importancia reconocer que para este proyecto, el haber encontrado un rango tan alto significa que podremos poner en práctica el proceso que concluye esta investigación.

Podemos decir que, procederemos poner a prueba los materiales que brinda el mercado para proteger a los usuarios de la edificación de este tipo de radiación y demostrar con la debida aplicación de estos su real eficacia.

## CAPITULO 9. PROGRAMA EXPERIMENTAL.

Este es el apartado final, en donde todo el proceso de investigación y estudios realizados previamente convergen con los materiales de protección que se están ofreciendo en el mercado, notificaremos si protegen o no, ya que es lo que pretendemos comprobar.

### 9.1 Materiales a utilizar.

Dentro de las opciones, presupuesto y disponibilidad de los materiales existentes en el mercado, realizamos una selección de estos. Teniendo muy pocas tiendas distribuidas en todo el territorio español, ya que no son productoras, sino distribuidores por lo general de fabricantes Alemanes, Italianos o Suizos. Realizamos una comparación de presupuestos y localización de estos distribuidores. Por cercanía y precio elegimos a RADIANSÁ, ubicada en Girona, distribuidores de uno de los fabricantes Alemanes con más reputación y con precios relativamente asequibles.

La gama de materiales significó un coste de 1,337.80 Euros, desglosándose en: Pintura de blindaje de 5 litros, (Figura 9.1a). Malla de blindaje, (Figura 9.1b). Tela de cortina, (Figura 9.1c). y Folio para cristal, (Figura 9.1d). Las propiedades y características de estos materiales no serán detalladas con profundidad, ya que se hizo en el Capítulo 6, en el proceso de investigación.

#### - **Tela de cortina.**

Según el fabricante, podemos resumir sus características y propiedades como una tela con una eficacia de 99.97% con respecto a frecuencias de hasta 1Ghz. Compuesta por hilos de cobre que a su vez estas revestidos de plata. Solo se fabrica en color blanco y es vendida en el mercado en rollos de 3 metros.

#### - **Pintura:**



Grafico 9.1a. Pintura

#### - **Malla:**



Grafico 9.1b. Malla

- Tela de cortina :



Grafico 9.1c. Cortina

- Folio de cristal:



Grafico 9.1d. Folio

- **Folio de cristal.**

Según el fabricante, podemos resumir sus características y propiedades como un folio con una eficacia de 99.97% con respecto a frecuencias de hasta 1Ghz. Solo son aptos para ventanas y puertas con marcos de aluminio.

Cabe mencionar, que por problemas técnicos de disponibilidad la pintura y la malla de blindaje no se pudieron utilizar en el proceso experimental. Sin embargo esto no impidió que se realizaran las pruebas y con estos generar las conclusiones de suma relevancia para este proyecto.

## **9.2 Metodología.**

Tras determinar que se utilizarán dos materiales de protección, la tela con fines de cortina y el folio con la finalidad de adherirse a la puerta de cristal, en esta metodología convergen cuatro factores fundamentales:

- **1er factor:**

1. Determinar el valor inicial de radiación existente de la frecuencia UMTS tras una medición inicial de 15 minutos.
2. Aplicar la cortina.
3. Realizar 1 hora de mediciones con la cortina, dividida esta hora en 4 secciones de 15 minutos.

- **2do factor:**

1. Repetición del primer factor, en este caso con el folio protector.

- **3er factor:**

1. Repetición de los pasos del primer y segundo factor, en este caso con ambos materiales de protección a la vez.

- **4to Factor:**

1. Comparación de los resultados de los tres primeros factores.
2. Determinar la eficacia de los materiales de protección.

### **9.3 Implementación de materiales.**

En el capítulo anterior, (8) se demostró que dentro del rango de frecuencia UMTS 2110MHz los valores son muy elevados con respecto a Salzburgo, referencia que hemos adoptado, y nos proporcionaban la oportunidad de realizar un posterior muestreo de la radiación encontrada, en este caso ya con los materiales de protección, (Figura 9.3).



Grafico 9.3 Conjunto de materiales y utensilios  
Manuel Colón

#### **9.3.1 Tela de cortina.**

- **Primer material implementado.**

El proceso de montaje es relativamente sencillo, esta se confecciona a la medida deseada con respecto a la anchura de la venta o puerta que se quiere cubrir. En nuestro caso, teníamos un dormitorio con una puerta de cristal con marco de aluminio que a su vez hacia el papel de ventana puesto que es también el acceso a un pequeño balcón. Las dimensiones fueron de 1m x 2.65m, (Figura 9.3.1). Su proceso de montaje se basó en la confección de la tela de cortina, según las dimensiones de la Puerta.

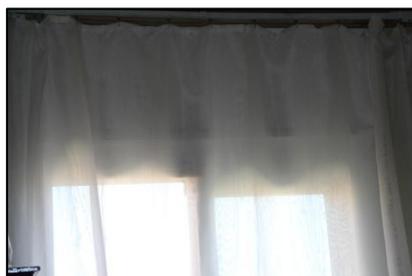


Grafico 9.3.1 Cortina  
Dhariana Rojas

### 9.3.2 Película (folio de cristal).

#### - Segundo material implementado.

Este proceso conlleva una serie de pasos específicos:

1. Limpieza del cristal.
2. Cortes de la película con las dimensiones de la venta o puerta.
3. Reducción de 4mm de todos los extremos para posterior aplicación aglomerante que corrige posibles escapes o fisuras.
4. Aplicación de líquido en spray en ambas superficies, folio y venta o puerta.
5. Aplicación del folio con espátula de plástico.



Grafico 9.3.2 Aplicación del folio  
Manuel Colón

### 9.4 Segunda fase de mediciones.

Aunque con las mediciones realizadas en días anteriores, se encontraron altas incidencias de radiación electromagnética, para poder aplicar los materiales necesitábamos nuevos valores que nos sirvieran como parámetro, ya que podíamos correr el riesgo de que en este día de mediciones con los materiales de protección, la radiación existente fuese muy baja. Como se demuestra a continuación, los valores seguían siendo altos.

#### 9.4.1 Mediciones con Cortina.

##### Frecuencia más alta encontrada sin Cortina – 15 minutos

<u>Medición</u>	<u>Hora</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Potencia</u>
<u>1</u>	Inicio 17:20	2138 Mhz	<b>6.04 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 17:35		

Tabla 9.4.1a sin Cortina

**1er. 15 minutos UMTS – con Cortina**

<u>Medición</u>	<u>Hora</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Potencia</u>
<u>¼ hora</u>	Inicio 17:45	2139 - Mhz	<b>0.61 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 18:00		

Tabla 9.4.1b con Cortina

**2do. 15 minutos UMTS – con Cortina**

<u>Medición</u>	<u>Hora</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Potencia</u>
<u>½ hora</u>	Inicio 18:05	2139 - Mhz	<b>0.48 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 18:20		

Tabla 9.4.1c con Cortina

**3er. 15 minutos UMTS – con Cortina**

<u>Medición</u>	<u>Hora</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Potencia</u>
<u>¾ hora</u>	Inicio 18:25	2140 - Mhz	<b>0.002 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 18:40		

Tabla 9.4.1d con Cortina

**4to. 15 minutos UMTS – con Cortina**

<u>Medición</u>	<u>Hora</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Potencia</u>
<u>1 hora</u>	Inicio 18:45	2140 - Mhz	<b>0.55 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 19:00		

Tabla 9.4.1e con Cortina

**9.4.2 Mediciones con Folio.****Frecuencia más alta encontrada sin Folio – 15 minutos**

<u>Medición</u>	<u>Hora</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Potencia</u>
<u>1</u>	Inicio 21:12	2138 Mhz	<b>5.70 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 21:27		

Tabla 9.4.2a sin Folio

**1er. 15 minutos UMTS – con Folio**

<b>Medición</b>	<b>Hora</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Potencia</b>
<b>¼ hora</b>	Inicio 21:30	2138 - Mhz	<b>0.30 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 21:45		

Tabla 9.4.2b con Folio

**2do. 15 minutos UMTS – con Folio**

<b>Medición</b>	<b>Hora</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Potencia</b>
<b>½ hora</b>	Inicio 21:50	2132 - Mhz	<b>0.43 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 22:05		

Tabla 9.4.2c con Folio

**3er. 15 minutos UMTS – con Folio**

<b>Medición</b>	<b>Hora</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Potencia</b>
<b>¾ hora</b>	Inicio 22:10	2132 - Mhz	<b>0.41 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 22:25		

Tabla 9.4.2d con Folio

**4to. 15 minutos UMTS – con Folio**

<b>Medición</b>	<b>Hora</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Potencia</b>
<b>1 hora</b>	Inicio 22:30	2132 - Mhz	<b>0.40 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 22:45		

Tabla 9.4.2e con Folio

**9.4.3 Mediciones con Cortina y Folio.****Frecuencia más alta encontrada sin Cortina y Folio – 15 minutos**

<b>Medición</b>	<b>Hora</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Potencia</b>
<b>1</b>	Inicio 22:50	2136 Mhz	<b>4.83 mW/m<sup>2</sup></b>
	Final 23:05		

Tabla 9.4.3a sin Cortina y Folio

**1er. 15 minutos UMTS – con Cortina y Folio**

<u>Medición</u>	<u>Hora</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Potencia</u>
<u>¼ hora</u>	Inicio 23:10	2133 - Mhz	0.22 mW/m <sup>2</sup>
	Final 23:25		

Tabla 9.4.3b con Cortina y Folio

**2do. 15 minutos UMTS – con Cortina y Folio**

<u>Medición</u>	<u>Hora</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Potencia</u>
<u>½ hora</u>	Inicio 23:30	2133 - Mhz	0.26 mW/m <sup>2</sup>
	Final 23:45		

Tabla 9.4.3c con Cortina y Folio

**3er. 15 minutos UMTS – con Cortina y Folio**

<u>Medición</u>	<u>Hora</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Potencia</u>
<u>¾ hora</u>	Inicio 23:50	2138 - Mhz	0.25 mW/m <sup>2</sup>
	Final 24:05		

Tabla 9.4.3d con Cortina y Folio

**4to. 15 minutos UMTS – con Cortina y Folio**

<u>Medición</u>	<u>Hora</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Potencia</u>
<u>1 hora</u>	Inicio 24:10	2138 - Mhz	0.22 mW/m <sup>2</sup>
	Final 24:25		

Tabla 9.4.3e con Cortina y Folio

**9.5 Resultados preliminares.**

Tan solo con seguir la secuencia de las tres diferentes mediciones y su relación con la previa tomada sin los materiales y posteriormente con los materiales, se puede observar como disminuye considerablemente la afectación.

Para que esto esté más claro, se puede observar tanto en la cortina, (Grafico 9.5a), folio (Grafico 9.5b), y las combinación de ambos, (Grafico 9.5c),, como el valor sumamente elevado disminuye drásticamente. Esto claro debido a la utilización de los materiales, y aun más cuando estos están combinados.

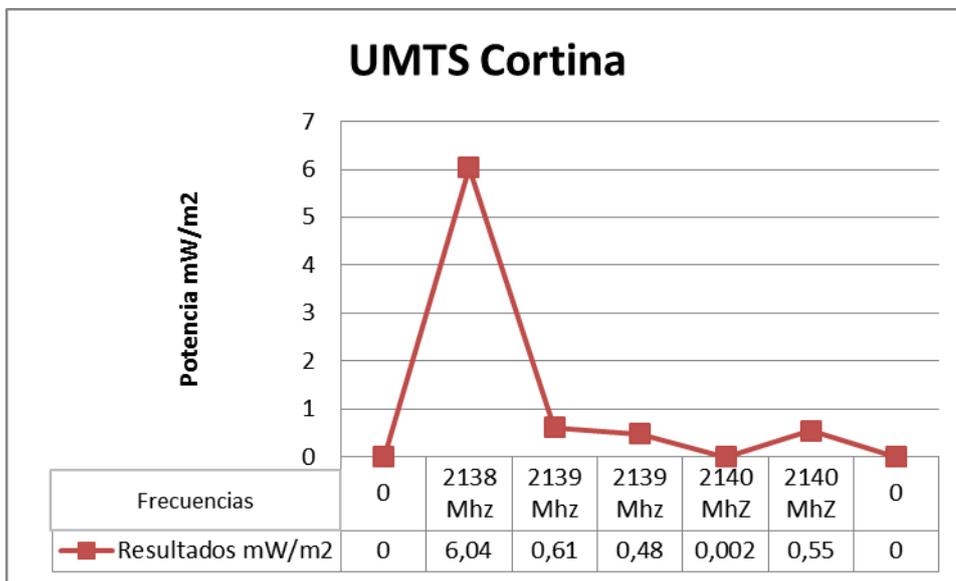


Grafico 9.5.a Relación con y sin Cortina

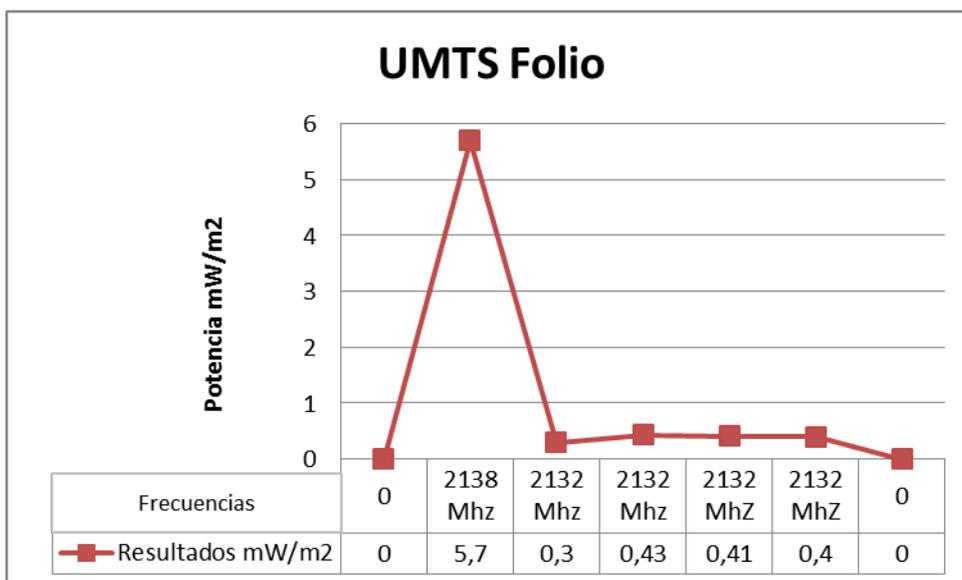


Grafico 9.5.b Relación con y sin Folio

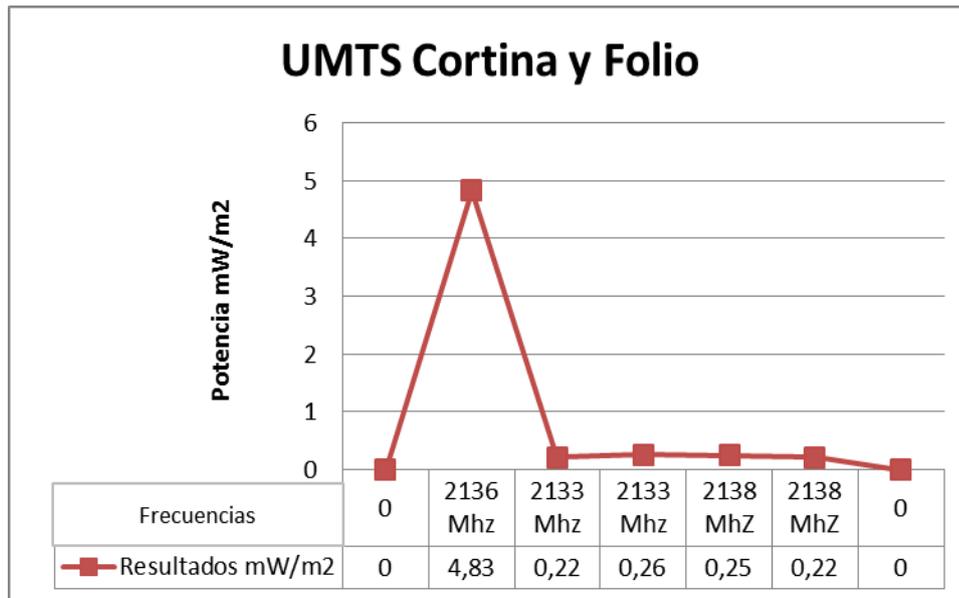


Grafico 9.5.c Relación con y sin Cortina y Folio

**9.6 Comparación de resultados.**

Ahora bien, estos resultados tienen que ser comparados para que nos demuestren porcentualmente su eficacia, (Tabla 9.6a).

Porcentaje de eficacia de protección de los Materiales			
Materiales	Potencias antes de aplicación	Promedio luego de aplicación	% de eficacia de protección
<b>Cortina</b>	6.04 mW/m <sup>2</sup>	0.41 mW/m <sup>2</sup>	<b>93%</b>
<b>Folio</b>	5.7 mW/m <sup>2</sup>	0.39 mW/m <sup>2</sup>	<b>93%</b>
<b>Cortina y Folio</b>	4.8 mW/m <sup>2</sup>	0.23 mW/m <sup>2</sup>	<b>95%</b>

Tabla 9.6a. Porcentaje de protección

Además de esa comparación de las mediciones previas antes de iniciar con la protección, está la comparación en función del capítulo 8, el cual es el que significó una mayor amplitud de mediciones en lo que se refiere a tiempo e intervalos, (Tabla 9.6b), arrojando un promedio de **1.81 mW/m<sup>2</sup>**

Comparación de protección con relación a las mediciones del capítulo 8		
Promedio capítulo 8	Relación de protección en base al 95%	Eficacia de protección
<b>1.81 mW/m<sup>2</sup></b>	<b>0.23 mW/m<sup>2</sup></b>	<b>87%</b>



## CONCLUSIONES.

En la comunidad del sector de la construcción existen nuevos materiales para proteger contra las REM, sin embargo se muestran pocos estudios propiciados por universidades que vinculen esta radiación con la edificación y sus usuarios. Estudios en donde se puedan observar el comportamiento de estos en función del tipo y potencia de las diversas frecuencias.

Nuestro proceso experimental comprobó la veracidad de los materiales de protección contra las Radiación Electromagnética, ofreciendo una reducción considerable proveniente del exterior y generada por antenas de telefonía móvil.

Este proyecto demostró el 87% de reducción que significo, por lo menos en lo que se refiere a protección de un espacio arquitectónico, estos materiales aplicados, proporcionando conclusiones diversas según las recomendaciones de España, Catalunya y Salzburgo, siendo este último nuestro punto de referencia. Obteniendo con relación a España en donde su limite establecido es de  $4.000 \text{ mW/m}^2$  un 0.045 %, a Catalunya un limite de  $2.000 \text{ mW/m}^2$  para un 0.09% y a Salzburgo un limite de  $1 \text{ mW/m}^2$  para un 180%, estas son referencias muy diversas.

Puesto que si se compara el porcentaje que significó la utilización de los materiales, que fueron de un 87% según los parámetros de Salzburgo, entonces según España fue apenas de un 0.0053% de protección y según Catalunya de un 0.011%.

Por consiguiente es claro que el aspecto jurídico de normativas, va variando según las disposiciones de cada país o región. Dichas recomendaciones y normativas no están estandarizadas lo cual dificulta seguir un parámetro específico de recomendaciones.

Existen evidencias científicamente comprobadas que por un lado la exposición a campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja (50 o 60 Hz), tales como los producidos por la corriente eléctrica domiciliaria y los producidos por tendidos y transformadores de alta tensión, y por otro lado las radiaciones electromagnéticas de radiofrecuencias o de frecuencias de microondas, todas ellas constituyen un factor de riesgo para la salud humana. En especial, aumentan el riesgo para el desarrollo de diversos tipos de cáncer. Estos efectos son causados por intensidades menores que aquellas que causan efectos térmicos, en relación a la cual existe legislación.

En contraposición a esto, existen también trabajos epidemiológicos que no han demostrado ningún efecto adverso de las radiaciones electromagnéticas sobre la salud. Esta controversia se puede explicar por el número bajo de casos en los estudios con resultados negativos, o por la alta variabilidad en la población bajo estudio.

Lo que si está claro, es que todas estas conclusiones han generado una gran preocupación y consideración de riesgo ocupacional, sin mencionar el porcentaje ya existente a nivel mundial de una población electrosensible a los CEM. Por ello surge una creciente demanda de protección, en especial en el sector de la construcción o rehabilitación.

## RECOMENDACIONES.

Incluir en los proyectos de edificación tanto en la construcción y aun más en la rehabilitación, la implementación de materiales de protecciones contra las radiaciones electromagnéticas provenientes del exterior, ya que debido a su alta efectividad demostrada, sugiere una importante consideración en especial para las personas electro sensibles.

Profundizar mediante prácticas y/o experimentos, investigaciones profundas y reales de las protecciones CEM, de manera que las mismas sean enfocadas más a la edificación y su relación con la salud y el bienestar, ofreciendo más detalles de los beneficios ajustados a cada necesidad.

Se necesitan profundizar la investigación sobre el potencial riesgo a largo plazo por exposición a campos electromagnéticos derivados de los teléfonos celulares y sus antenas retransmisoras. Además, para los diferentes tipos e intensidades de radiaciones electromagnéticas de baja intensidad, a las cuales está expuesto el hombre, se requiere investigar los posibles efectos diferidos sobre diferentes órganos y sistemas, causados por exposición prenatal o perinatal a ellas.

Finalmente quedamos a la espera de que la comunidad de la construcción puede establecer una medida estandarizada que pueda seguir de guía, en donde converjan los diversos parámetros establecidos por las más importantes instituciones que llevan años tratando el tema.



**BIBLIOGRAFÍA.**

[1] Organización Mundial de la Salud, OMS. Estableciendo un diálogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos. Publicación Ginebra-Suiza, 2005.

[2] Agenda de investigación de la Organización Mundial de la Salud, sobre Campos de Radiofrecuencia. 2003.

[3,14,15,18 y 19] Grupo de investigación PRINIA de la Universidad de Córdoba. Efecto sobre la Salud Humana de los Campos Magnéticos y Eléctricos de muy baja Frecuencia (ELF). 2010.

[4] Instituto Nacional del Cáncer de los Institutos Nacionales de Salud de EE. UU.

[5,9,11,13] Aulí, Mellado; Enric. Sostenibilidad en Centros Sanitarios. Primera edición, Octubre 2010.

[6,7,8,10,17] Organización Mundial de la Salud, OMS. ¿Qué son los campos electromagnéticos?. 2007.

[12] ICNIRP. Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, an Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). 1998.

[16] IARC. Classifies Radiofrequency Fields as Possible Carcinogenic to Humans. Lyon, France, May 31, 2011.

IEEE Std C95.6TM. IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electromagnetic Fields, 0-3 kHz. Octubre, 2002.

Organización Internacional del Trabajo. Factores ambientales en el lugar de trabajo. 2001.

IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Non-ionizing Radiation. Volume 80. Part 1: Static and Extremely Low Frequency (ELF). electric and magnetic fields. Marzo 2002.

Grupo Pandora S.A. Campos magnéticos y eléctricos de 50 Hz. Publicación realizada con la colaboración de Endesa y UNESA. 2001.

**Páginas web:**

Jesús, Azanza; María, del Moral, Agustín. Cronica de Aragon. Artículo Campos electromagnéticos y posibles efectos cancerígenos. Es. 11. julio 2011.

Quelart, Raquel. Artículo La electropolución en España, poco controlada y en aumento. La vanguardia.com. 2011.

[20] [www.radiansa.com](http://www.radiansa.com)

[21 y 22] [www.mcrit.com/crbs](http://www.mcrit.com/crbs). La Fábrica del Sol.

[www.icnirp.org](http://www.icnirp.org)

[www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)

[www.electrosensibilidad.es](http://www.electrosensibilidad.es)

[www.who.int](http://www.who.int)

## AGRADECIMIENTOS.

Queremos iniciar una amplia serie de agradecimientos,

A:

- Dios
- Nuestros padres: María Hortensia de la Cruz, Manuel Joaquín Colón Mejía / Ana Nery Reyes, Ramón Rojas Abad.
- La MESCyT, Ministerio de Educación Superior Ciencia y Tecnología de la Republica Dominicana.
- A la UPC, Universidad Politécnica de Cataluña.
- Generalitat de Catalunya.
- Dr. Enric Aulí Mellado.
- La Fábrica del Sol.
- Montse Mateu.
- Profesores del Máster en Edificación.
- David Carbó Ochoa.

Todo este conglomerado de Instituciones y personas hizo posible que nuestra estancia como estudiantes del Máster en Edificación fuera sumamente placentera y fructífera.

A Dios por concedernos el Don, la fuerza y perseverancia para alcanzar nuestras metas. Nuestro padres por brindarnos ese tan importante apoyo inicial, a la MESCyT por otorgarnos las becas para poder cursar estos estudios, a la UPC por recibarnos con los brazos abiertos, Enric Aulí por ser nuestra guía, referencia, consejero y sobre todo por su gran entrega y dedicación a este proyecto, La Fábrica del Sol por brindarnos su espacio y apoyo para avanzar con los objetivos planteados, a su Directora Montse Mateu por gestionar todo el sponsor de los materiales necesarios para hacer realidad el resultado final, el profesorado en general del máster ya que cada una de las asignaturas cursadas nos brindaron no solo más conocimiento sino entendimiento para una mejor visión profesional, David y compañeras por abrirnos las puertas de su piso para que realizáramos las pruebas que al final hicieron posible este proyecto.

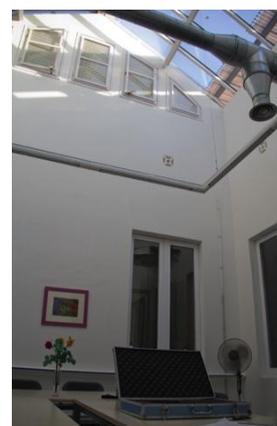
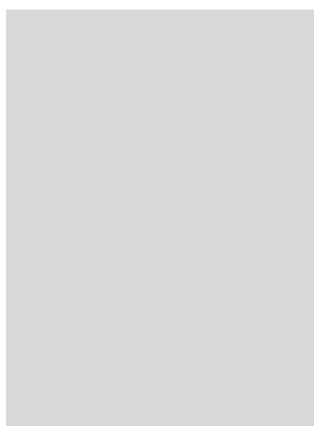
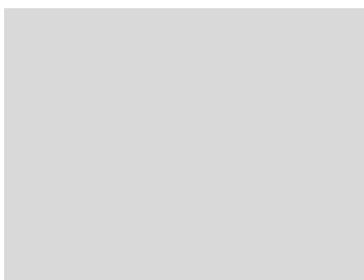
Y finalmente a todos aquellos que de una forma u otra pusieron uno de los tantos granitos de arena que nos hicieron llegar a donde estamos el día de hoy.



**ANEXOS.**

**CAPITULO 7. Fabrica del Sol. (Caso Práctico I).**

Fotos del lugar:



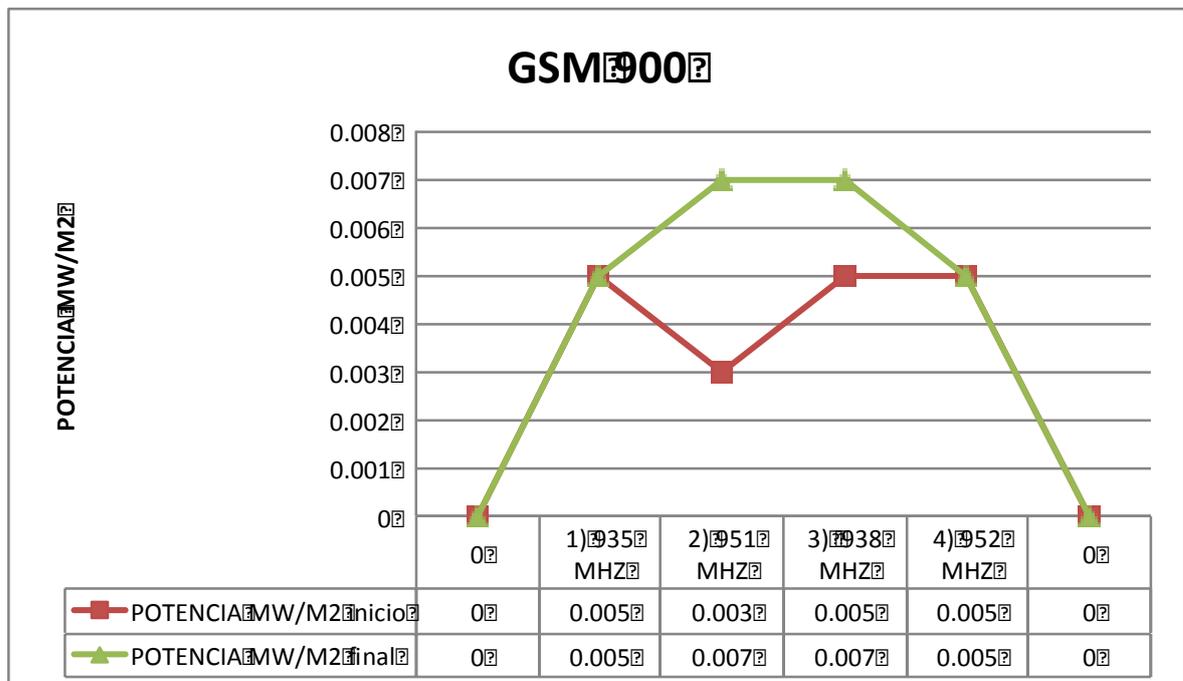
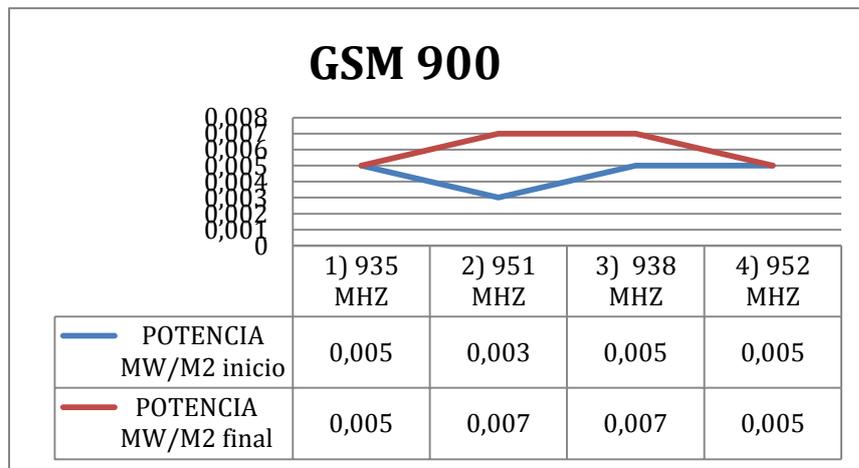
## Referencia fotográfica de mediciones (La Fábrica del Sol):

Tabla 7.4.2.1  
GSM 900 MHzTabla 7.4.2.2  
GSM 1800 MHzTabla 7.4.2.3  
UMTS

**Gráficos generados (La Fábrica del Sol):**

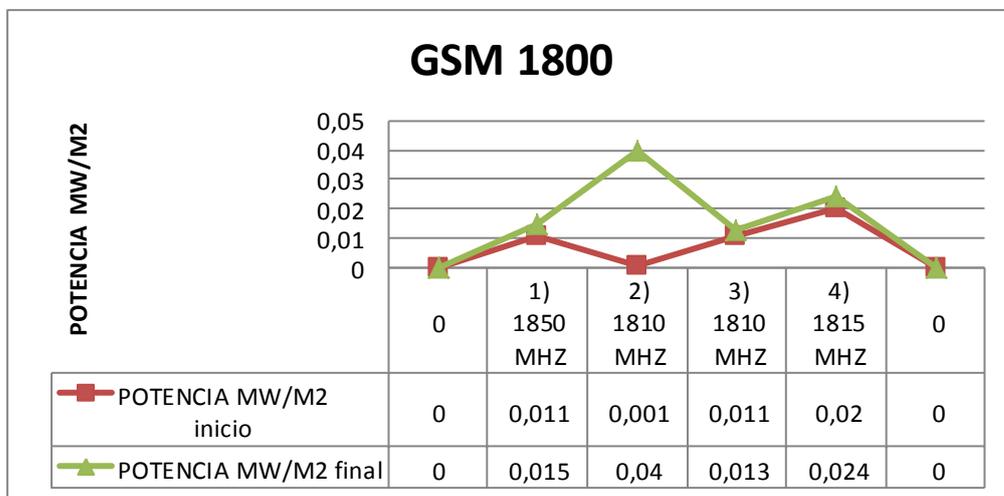
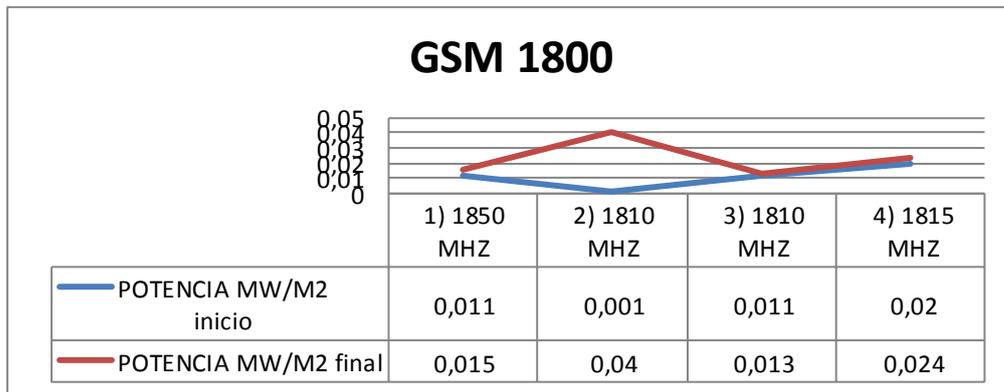
**- GSM 900 Mhz.**

FRECUENCIA	POTENCIA MW/M2	
	inicio	final
1) 935 MHZ	0.005	0.005
2) 951 MHZ	0.003	0.007
3) 938 MHZ	0.005	0.007
4) 952 MHZ	0.005	0.005



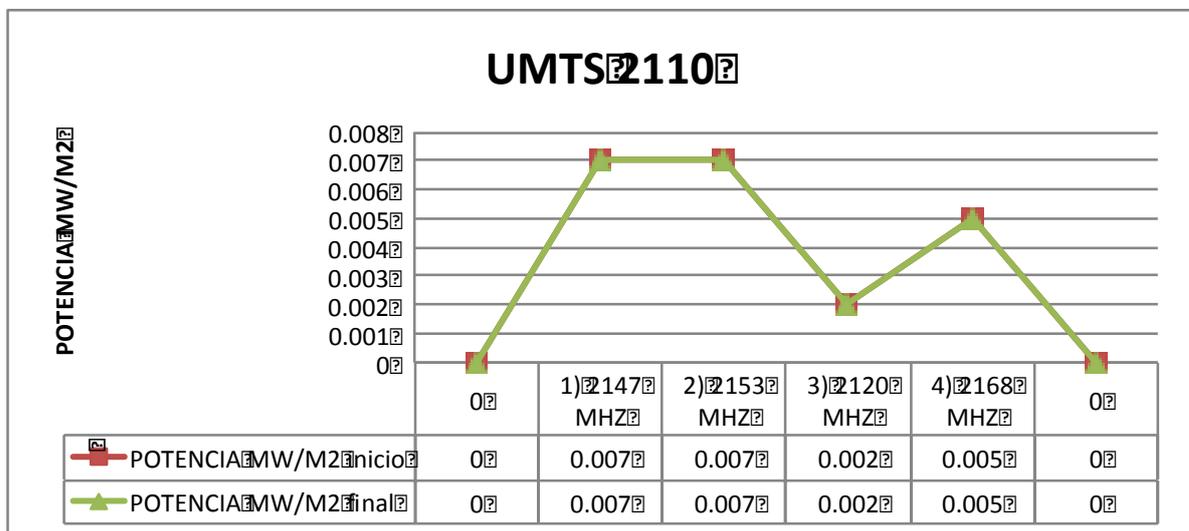
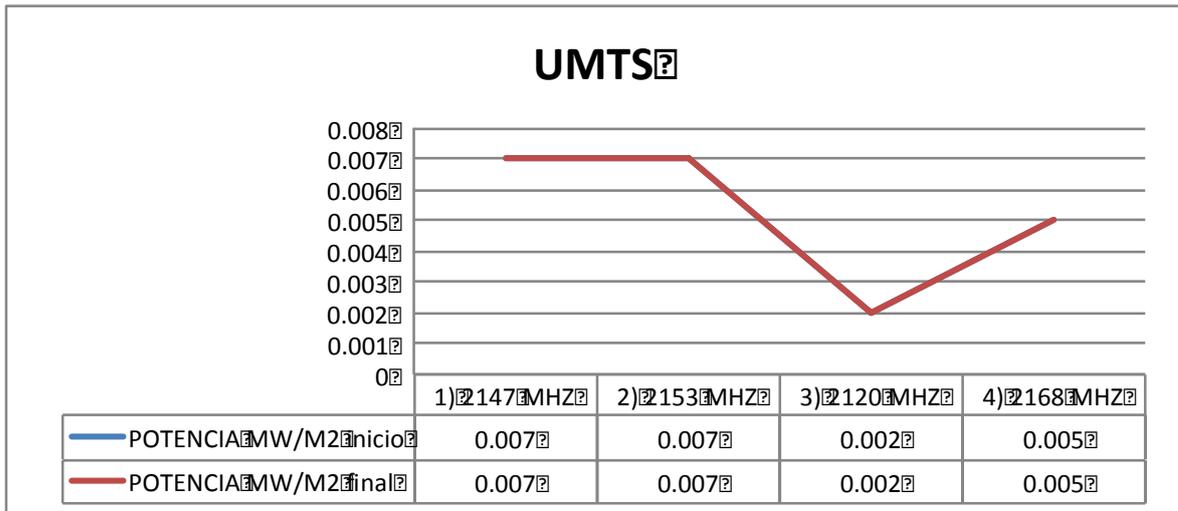
- **GSM 1800 Mhz.**

FRECUENCIA	POTENCIA MW/M2	
	inicio	final
1) 1850 MHZ	0.011	0.015
2) 1810 MHZ	0.001	0.04
3) 1810 MHZ	0.011	0.013
4) 1815 MHZ	0.02	0.024



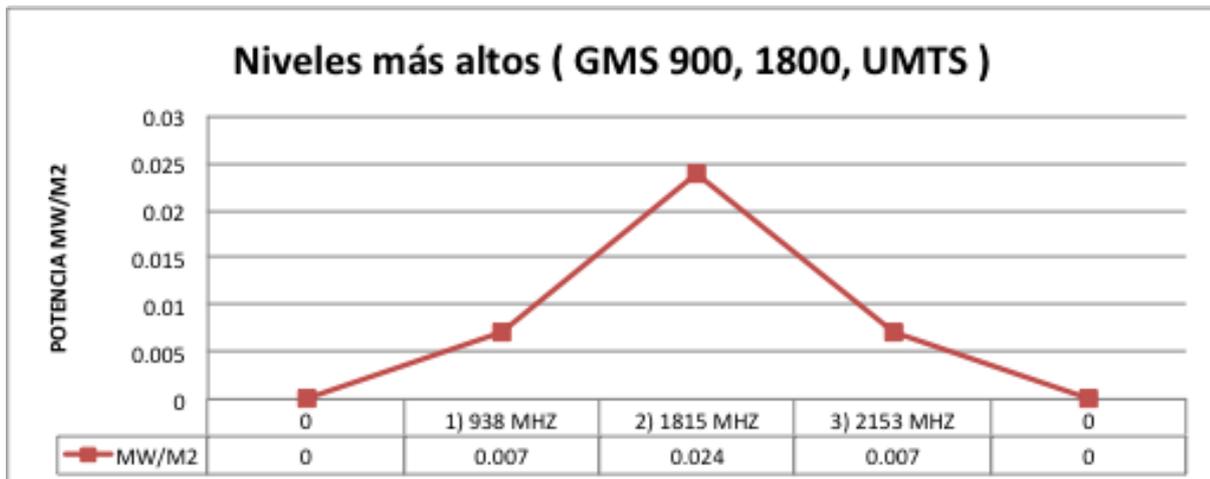
- UMTS.

FRECUENCIA	POTENCIA MW/M2	
	inicio	final
1) 2147 MHZ	0.007	0.007
2) 2153 MHZ	0.007	0.007
3) 2120 MHZ	0.002	0.002
4) 2168 MHZ	0.005	0.005



- **Comparación.**

NIVELES MAS ALTOS	
FRECUENCIA	POTENCIA MW/M2
1) 938 MHZ	0.007
2) 1815 MHZ	0.024
3) 2153 MHZ	0.007



### Equivalencias de las Unidades de Medida y Valores de Referencia para Emisiones de Instalaciones de Telefonía Móvil.

W/m <sup>2</sup>	mW/m <sup>2</sup>	μW/cm <sup>2</sup>	nW/cm <sup>2</sup>	V/m	
10	10.000	1.000		61,400	Prop ICNIRP/OMS; Rec. Consejo UE; MaxL BRD (>2000MHz)
9	9.000	900	900.000	58,249	Prop ICNIRP/OMS; Rec. Consejo UE; MaxL BRD (>1800MHz)
8	8.000	800	800.000	54,918	
7	7.000	700	700.000	51,371	
6	6.000	600	600.000	47,560	
5	5.000	500	500.000	43,417	Prop ICNIRP/OMS; Rec. Consejo UE; MaxLBRD (1000 MHz)
4	4.000	400	400.000	38,833	<b>LIMITE EN ESPAÑA</b>
3	3.000	300	300.000	33,630	
2	2.000	200	200.000	27,459	<b>LIMITE POR LA GENERALITAT DE CATALUNYA</b>
1	1.000	100	100.000	19,416	
0,9	900	90	90.000	15,040	
0,8	800	80	80.000	17,367	
0,7	700	70	70.000	16,245	
0,6	600	60	60.000	15,040	
0,5	500	50	50.000	13,730	
0,4	400	40	40.000	12,280	
0,3	300	30	30.000	10,635	
0,2	200	20	20.000	8,683	
0,1	100	10	10.000	6,140	MaxL Suiza (6V/m>1800MHz); MaxL Italia; Prop Toronto; Prop Es.
0,09	90	9	9.000	5,825	
0,08	80	8	8.000	5,492	
0,07	70	7	7.000	5,137	MaxL Suiza (5V/m>900MHz)*
0,06	60	6	6.000	4,756	
0,05	50	5	5.000	4,342	
0,04	40	4	4.000	3,883	MaxL Suiza (4V/m>900MHz)*
0,03	30	3	3.000	3,363	
0,02	20	2	2.000	2,746	
0,01	10	1	1.000	1,942	
0,009	9	0,9	900	1,842	
0,008	8	0,8	800	1,737	
0,007	7	0,7	700	1,624	
0,006	6	0,6	600	1,504	
0,005	5	0,5	500	1,373	
0,004	4	0,4	400	1,228	
0,003	3	0,3	300	1,063	
0,002	2	0,2	200	0,868	
0,001	1	0,1	100	0,614	<b>Prop. Salzburgo; Objetivo de Italia* LIMITE RAZONABLE</b>
0,0009	0,9	0,09	90	0,582	
0,0008	0,8	0,08	80	0,549	
0,0007	0,7	0,07	70	0,514	
0,0006	0,6	0,06	60	0,476	
0,0005	0,5	0,05	50	0,434	
0,0004	0,4	0,04	40	0,388	

$W/m^2$	$mW/m^2$	$\mu W/cm^2$	$nW/cm^2$	$V/m$	
0,0003	0,3	0,03	30	0,336	Propuesta Salzburgo (0,25 $mW/m^2$ )**
0,0002	0,2	0,02	20	0,275	Propuesta Dr. Cherry Nueva Zelanda para el 2000
0,0001	0,1	0,01	10	0,194	Propuesta Dr. Cherry Nueva Zelanda para el 2010
0,00009	0,09	0,009	9	0,184	
0,00008	0,08	0,008	8	0,174	
0,00007	0,07	0,007	7	0,162	
0,00006	0,06	0,006	6	0,150	
0,00005	0,05	0,005	5	0,137	
0,00004	0,04	0,004	4	0,123	
0,00003	0,03	0,003	3	0,106	
0,00002	0,02	0,002	2	0,087	
0,00001	0,01	0,001	1	0,061	Propuesta Resolución. BRD 1999 vivienda – dormitorio 10 veces menos

Prop. = Propuesta.

Max.L = Valor máximo legalmente establecido.

\*) = según instalación.

\*\*\*) = según instalación y operador.

Unidades: **W = watio**

**nW = nanoWatio**

**mW = miliWatio**

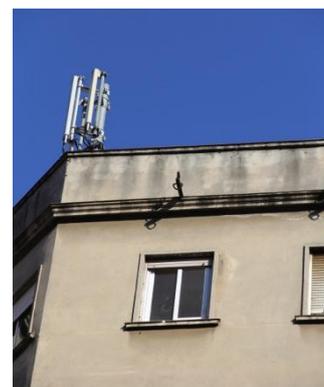
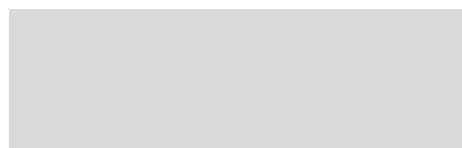
**V/m = Voltios por metro.**

**$\mu W$  = microWatio**

(Cuadro extraído de la publicación de ponencias de la Conferencia Internacional de Salzburgo 7-8 de Junio de 2000).

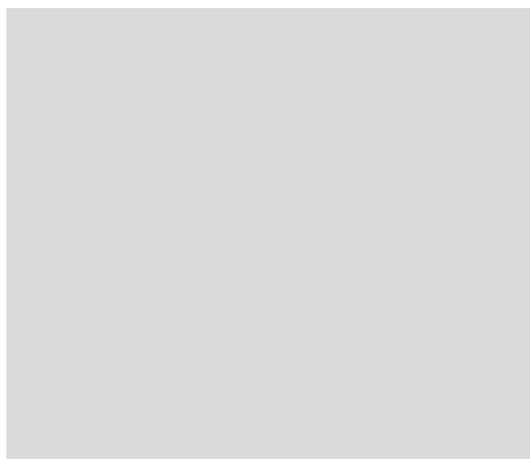
**CAPITULO 8. Programa de investigación en vivienda (Caso Práctico II).**

Fotos del lugar:



**Referencia fotográfica de mediciones (Piso Av. Madrid 9):**Tabla 8.4.2.a  
Tabla GeneralTabla 8.4.2.b  
Primera media horaTabla 8.4.2.c  
Segunda media horaTabla 8.4.2.d  
Tercera media horaTabla 8.4.2.e  
Cuarta media horaTabla 8.4.2.f  
Quinta media hora

Tabla 8.4.2.g  
Sesta media hora



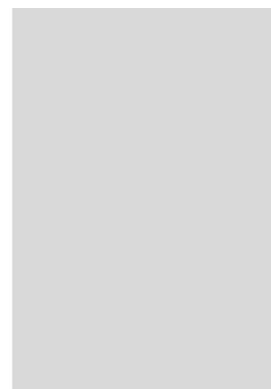
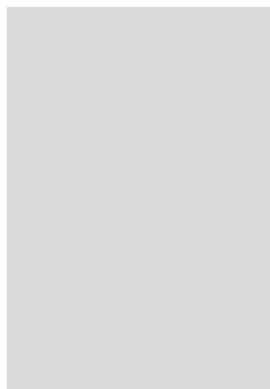
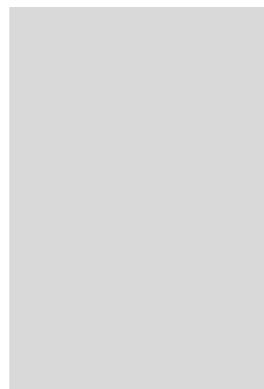
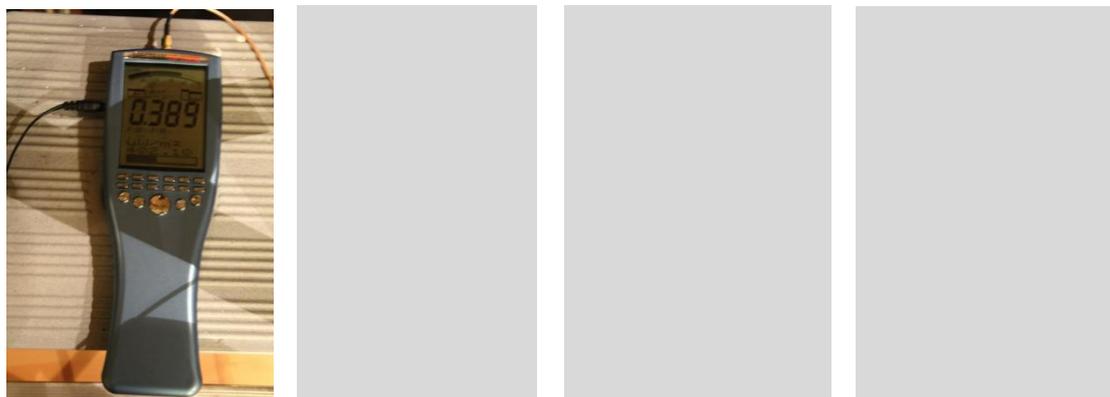
**CAPITULO 9. Programa experimental.****Referencia fotográfica de mediciones con materiales de protección.****- Cortina:**Tabla 9.4.1a  
Sin cortinaTabla 9.4.1b  
con cortinaTabla 9.4.1c  
con cortinaTabla 9.4.1d  
con cortinaTabla 9.4.1e  
con cortina**- Folio:**Tabla 9.4.2a  
Sin folioTabla 9.4.2b  
con folioTabla 9.4.2c  
con folioTabla 9.4.2d  
con folio

Tabla 9.4.2e  
con folio



**-Cortina y Folio:**

Tabla 9.4.3a  
sin cortina y folio



Tabla 9.4.3b  
Con cortina y folio



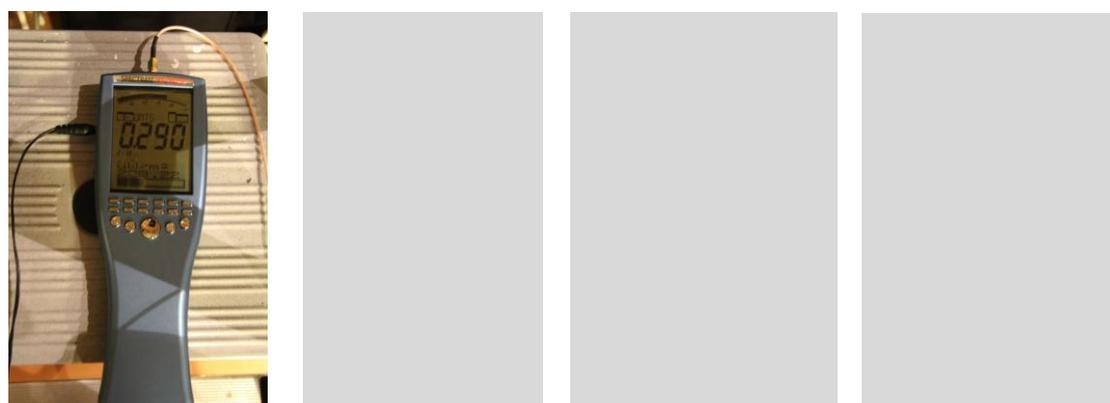
Tabla 9.4.c  
con cortina y folio



Tabla 9.4.1d  
con cortina y folio



Tabla 9.4.2e  
con cortina y folio



## Presupuestos de Materiales de Protección.

**Factura Proforma**

<p> <b>Cliente:</b> Ayuntamiento de Barcelona            Medi Ambient i Serveis Urbans            Torrent de l'Olla, 218            08012 - Barcelona            NIF: P0801900B            Att. Montse Mateu            Fecha: 05 de junio, 2012            Ref. Q88000         </p>	<p> <b>expediente:</b> 2012/0163         </p>
--	---

Concepto	Uds.	Euro (€) /ud.	Euro (€)
HSF54 pintura de blindaje, bote 5 litros	1	211,02	211,02
A2000+ malla de blindaje para exteriores, rollo 10 metros	2	152,55	305,10
Voile tela de blindaje	4	76,27	305,08
RDF72 película de alta transmisión de luz	2	143,98	287,97
Sellador de bordes FVK50	1	13,56	13,56
<b>Gastos de envío</b>			<b>16,95</b>
<b>Base imponible</b>			<b>1.139,68</b>
<b>IVA 18%</b>			<b>205,14</b>
<b>Total EUROS</b>			<b>1.344,82</b>

- **Forma de pago:** 30 días F.F.
- **Banco:** Caja de Ahorros y Pensiones de Barcelona "la Caixa"  
 Cuenta nº: 2100 0002 51 0201573535  
 Beneficiario: Radiansa Consulting S.L.

Radiansa Consulting S.L.  
 Montcalm 22, 17006 Girona | Telfax: (+34) 972 24 32 32  
 www.radiansa.com | info@radiansa.com  
 CIF: B55008056

