

# Efectos de la radiación electromagnética de una antena de proyecto FDI: Difusión Multimedial IP Inalámbrica

INFORME TECNICO

Por

Rodolfo Feick L., Walter Grote H. (wgh@elo.utfsm.cl) & Agustín Gonzáles V.  
Departamento de Electrónica – Universidad Técnica Federico Santa María.

## RESUMEN

*En la ejecución del proyecto FDI: Difusión Multimedial Inalámbrica IP es necesario instalar una antena para establecer el enlace inalámbrico. Como es natural, tanto alumnos como vecinos del sector estarán preocupados por los efectos que podría tener la radiación electromagnética de señales de radiofrecuencia sobre la salud de las personas en el entorno cercano al campo radiante de la antena. En este trabajo se resumen los resultados obtenidos de mediciones efectuadas en las inmediaciones de una estación base de un sistema PCS efectuadas en el campus de Santiago de la UTFSM, que opera en frecuencias muy cercanas a las de los enlaces inalámbricos de este proyecto. Se concluye que la antena de un sistema inalámbrico como el que se usa en este proyecto irradia alrededor de 1/400 del nivel de una estación base PCS, que a su vez transmite aproximadamente un 1/1000 de lo que establece la norma chilena como límite máximo. En cambio, la densidad de potencia de un teléfono celular (alejado de la estación base que le da cobertura) a 2 cm de la cabeza del usuario, es alrededor de 8.000 veces el nivel al que es sometido una persona en la cercanía de una estación base PCS. Finalmente, esta densidad de potencia es, a su vez, un 32avo, aproximadamente, de la radiación solar en un día de verano con cielo despejados. En consecuencia, la instalación de la antena en un establecimiento educacional no ofrece riesgos para la salud de la persona, comparativamente hablando.*

## 1. INTRODUCCION

En los últimos meses se ha generado una controversia en torno a los daños que las radiaciones de los equipos celulares pueden producir a la salud de las personas, lo que ha generado un rechazo a la instalación de antenas de estaciones base de los servicios celulares en sectores urbanos. Es natural entonces de que surjan dudas respecto de la conveniencia de participar de un proyecto de conexión de una red de computadoras de establecimientos educacionales mediante una tecnología basada en un enlace inalámbrico.

En este informe se establece que el riesgo que representa el uso de la tecnología basada en enlaces inalámbricos entre redes de computadoras en la banda no lícitada de 2,45 GHz (2.450.000 Hertz o ciclos por segundo) operando bajo el estándar IEEE 802.11b para la

salud es despreciable, si se compara con otras formas de radiación a las que está expuesto el ser humano. Este hecho se deriva de la simple comparación que se puede establecer entre las radiaciones electromagnéticas que generan los enlaces de esta tecnología al compararlas con las de una estación base PCS, éstas con respecto a lo que establece la norma chilena como nivel máximo de radiación de una estación base, la que a su vez es menor que la de un terminal celular móvil. Finalmente, todas ellas son menores en varios ordenes de magnitud a la radiación solar, a la que estamos expuestos todos los seres humanos todos los días en que tenemos sol radiante, desde épocas prehistóricas al día de hoy.

Este informe está basado en las consideraciones tanto teóricas como prácticas de un estudio orientado a determinar la densidad de potencia esperada y medida en forma experimental en las inmediaciones de una antena de una estación base PCS (*Personal Communication System*), de tecnología GSM (Significado original: *Group Special Mobile*, actualmente *Global System for Mobile Communications*) instalada en el Campus Santiago de la UTFSM (Universidad Técnica Federico Santa María) y que fue publicado en un Congreso Internacional de la especialidad, [Gro01]. A continuación se presentan en forma muy resumida los resultados obtenidos de ese estudio y las implicancias que esto tiene para los radioenlaces considerados para el proyecto FDI de “Difusión Multimedial Inalámbrica IP”.

## 2. LA TECNOLOGÍA GSM

La tecnología GSM se gestó durante los años 1980 – 1989 con el objetivo de fijar una norma digital única para Europa. En 1995 comenzó a operar en Estados Unidos, Canadá y Chile (ENTEL PCS). Actualmente GSM cuenta con alrededor de 70 millones de suscriptores a escala mundial [Zen99].

## 3. NIVELES DE RADIACION DE LA ESTACION BASE PCS-GSM

La Subsecretaría de Telecomunicaciones establece que la máxima densidad de potencia admisible es de  $435[\mu\text{W}/\text{cm}^2]$  en áreas de libre acceso para las personas, [Sub00]. El valor máximo obtenido tanto de los cálculos teóricos basados en el dato del EIRP (potencia radiada en la antena) proporcionado por el proveedor de servicios y

el de los obtenidos experimentalmente en las inmediaciones (menos de 100 metros de distancia desde la antena) de la estación PCS GSM, se observa que están por debajo de este valor en 3 órdenes de magnitud, es decir son 1000 veces inferiores respecto del máximo autorizado por SUBTEL.

Resulta interesante comparar estos niveles de radiación con aquellos que emite un teléfono móvil. Tal como se señala en el estudio realizado por *IEGMP (Independent Expert Group on Mobile Phones, [Ste00])*, el nivel de transmisión máximo de un terminal móvil GSM (MS) es del orden de 1[W]. Sin embargo, la potencia media de transmisión de un terminal móvil es del orden de 0,125 [W], ya que el terminal usa sólo una de las ocho ranuras disponibles en un canal de radiofrecuencia. Estimando que la antena del terminal móvil se encuentra aproximadamente a 2,2 cm de la cabeza de un usuario, el valor máximo de densidad de potencia que se desarrolla en el cráneo del usuario es alrededor de 2.500 [ $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ], lo que, a su vez es un 32avo de la radiación solar que se recibe en un día claro, según dicho informe. Lo anterior se puede resumir en la siguiente tabla

Fuente de información,	Densidad de potencia absoluta [ $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ]	Densidad relativa, referida a primera fila
Densidad de potencia máxima autorizado por SUBTEL para estaciones base (EB).	435,00	1
Nivel máximo registrado en EB UTFSM-Stgo.	0,013	0,00003
Nivel máximo teórico esperado en EB UTFSM-Stgo.	0,03	0,00007 $=7 \cdot 10^{-5}$
Nivel máximo esperado en terminal móvil (teléfono)	2.500,00	5,75
Nivel de radiación solar en un día claro	80.000,00	183,91

De lo anterior se desprende que los daños que podrían atribuirse a la radiación electromagnética de los sistemas que operan en la banda de 1,9 [GHz], deberían estar asociados a los terminales móviles, más que a las estaciones bases. Por el contrario, los riesgos se reducen si se permite a los operadores de estos servicios instalar más antenas con el propósito de mejorar la cobertura celular.

#### **4. RADIACION ELECTROMAGNÉTICA DE LOS ENLACES INALAMBRICOS DEL PROYECTO**

Los enlaces inalámbricos IP que permiten que los establecimientos educacionales puedan tener acceso a una parrilla de videos educacionales operan en la banda no lícitada S, a la frecuencia de 2,54 GHz, de las 3 bandas no lícitadas conocidas bajo el nombre ISM. La frecuencia de

operación es lo suficientemente cercana a la que se cita en la publicación relativa al sistema GSM, [Gro01], como para que pueda aplicarse el estudio realizado. En términos prácticos, la potencia de transmisión de una estación base celular es de alrededor de 4 W. Por otro lado, la potencia máxima que admite la norma para la banda ISM, y con la que cumplen los equipos que se utilizan para establecer los enlaces, es de  $\frac{1}{2}$  W. Esta potencia se requiere solamente en aquellos casos en que el enlace tiene una distancia cercana a 5 km. Por lo general, la potencia de transmisión es un 50avo de ese valor. Esto significa que la potencia irradiada por una de las antenas de estos equipos, con enlaces de distancia menor a 5 km, corresponde a un 400avo de la potencia de una estación base GSM. A lo anterior se agrega que las antenas utilizadas en estos enlaces son altamente direccionales en el sentido vertical, con el propósito de cubrir con la menor potencia posible la máxima distancia. La apertura del haz de radiofrecuencia que emite la antena es de alrededor de  $8^\circ$ , lo que significa que en condiciones de enlace, existe radiación sólo en un área de  $4^\circ$  bajo el rayo directo entre la antena transmisora y la receptora. Todo lo que queda debajo de esta rasante presentará menos de la mitad de la potencia anterior, es decir, un 800avo de la densidad de potencia de una estación base GSM.

En consecuencia se deduce que la densidad de potencia a la que podría estar sometida una persona en las cercanías de una de estas antenas está por debajo de  $1,6 \cdot 10^{-10}$  veces la densidad de potencia establecida por la norma chilena y  $2,8 \cdot 10^{-11}$  veces la radiación a la que se expone una persona cuando habla por un teléfono celular, que está distante de la estación base más próxima. Finalmente, esto equivale a una radiación que es  $8,75 \cdot 10^{-13}$  veces la radiación solar que recibe esta persona cuando se expone a los rayos solares cuando el cielo está despejado.

#### **5. BIBLIOGRAFIA:**

- [Gro01] W.Grote & R.Olivares, "Radiación de Estación base PCS-GSM", *ICSECIT, Punta Arenas, Chile, pp. B60, 1-5*, Abril 2001
- [Ste00] W.Stewart (Chairman of the Independent Expert Group on Mobile Phones), "Mobile Phones and Health", <http://www.iegmp.org.uk>
- [Sub00] SUBTEL: "Resolución N° 505, Exenta", Diario Oficial N° 36657, pág. 6, del 08 de Mayo, 2000
- [Zen99] M. Zeng, "Recent Advances in Cellular Wireless Communications", *IEEE Communications Magazine* Sep. 1999.