



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

ESCUELA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES Y REDES

**“ANÁLISIS Y MEDICIÓN DE LOS NIVELES DE RADIACIÓN NO IONIZANTE PRODUCIDOS
POR LOS SISTEMAS AUTORIZADOS DE SMA (SERVICIO MÓVIL AVANZADO), EN LAS
PROVINCIAS DE CHIMBORAZO, TUNGURAHUA Y BOLÍVAR”**

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de
INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN

Presentado por:

BUENAÑO CARRILLO XIMENA DEL ROCIO

RAMOS FLORES ALBA VERÓNICA

RIOBAMBA – ECUADOR

2010

Mi sincero sentimiento de gratitud a Dios por haberme regalado el hermoso Don de la vida; y a las siguientes personas por estar a mi lado en los momentos más importantes:

A mis padres Porfirio y María adorados, quienes me dieron la vida, y me apoyaron en todo momento y en todo lugar, me formaron y criaron como una persona llena de valores, capaz, pero sobretodo sensible. A mis maestros, quienes me han dado la guía y la fuerza para seguir con mis estudios; y alcanzar mis logros y mis anhelos. Finalmente, agradezco profundamente a mi familia completa, quienes me dan la alegría de compartir y valorar pequeñas cosas, que me han hecho crecer como ser humano.

Xíme.

Expreso mi sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido en mi formación académica, por la oportunidad brindada para el mejoramiento y capacitación profesional, en especial al Ing. Franklin Moreno por brindarme su amistad, sus consejos y encaminarme en los momentos de confusión.

A mis padres que gracias a su apoyo han hecho posible la realización de este trabajo.

Verito.

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño. A tí Dios por darme la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

Con mucho cariño principalmente a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento.

Gracias por todo papi y mamá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí. A mis hermanos Leo, Lore, Toño, Jota y Verito por estar conmigo siempre, los quiero mucho.

Xime.

A Dios por darme la oportunidad de estar aquí y ayudarme en los buenos y malos tiempos.

Con mucho cariño a los seres que amo y respeto. A mis padres José y María del Carmen por creer en mí, apoyarme y alentarme en todo momento, en especial a mi Abuelita querida que es mi inspiración y motivación para superarme cada día, gracias Mamaita por todo ese amor.

A quien dejó una luz incendiada en mi vida y me enseñó el valor de la amistad, confianza, respeto y cariño, siempre estarás en mi corazón. A mis amigos por ser parte de mi vida especialmente a Ximena por apoyarme incondicionalmente, le doy gracias a Dios por haberlos conocido los quiero mucho.

Verito.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Menes
DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA		
Ing. José Guerra
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES		
Ing. Franklin Moreno
DIRECTOR DE TESIS		
Ing. William Calvopiña
MIEMBRO DEL TRIBUNAL		
Tec. Carlos Rodríguez
DIRECTOR DPTO. DOCUEMENTACIÓN		
NOTA DE LA TESIS	

“Nosotras, **Ximena del Rocío Buenaño Carrillo y Ramos Flores Alba Verónica** somos responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”.

Ximena del Rocío Buenaño Carrillo

Alba Verónica Ramos Flores

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AMPS	Sistema telefónico móvil avanzado
B	Intensidad de Campo Magnético
CDMA	Acceso múltiple por división de código
CEM	Campo Electromagnético
CENELEC	Comité Europeo de Normalización Electrotécnica
CITEL	Comisión Interamericana de Telecomunicaciones
CONATEL	Consejo Nacional de Telecomunicaciones
E	Campo Eléctrico
EDGE	Velocidades de datos mejoradas para la evolución global
ETACS	Sistema de comunicaciones de acceso total extendido
f	Frecuencia
GPRS	Servicio general de paquetes de radio
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
GSM	Sistema global para las comunicaciones móviles
H	Campo Magnético
ICNIRP	Comisión Internacional sobre Protección frente a Radiaciones No Ionizantes
IEC	Comisión Internacional Electrotécnica
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
IRPA	Asociación Internacional de Protección de Radiaciones

NCRP	Consejo Nacional Estadounidense para Protección de Radiaciones
OEA	Organización de los Estados Americanos
OMS	Organización Mundial de la Salud
RF	Radio Frecuencia
RNI	Radiación no Ionizante
S	Densidad de Potencia
SMA	Servicio Móvil Avanzado
TACS	Sistema de comunicaciones de acceso tota
TDMA	Acceso múltiple por división de tiempo
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UV	Ultra Violeta

INDICE GENERAL

Índice de Abreviaturas

Índice de Figuras

Índice de Tablas

Introducción

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. Antecedentes	20
1.2. Justificación	22
1.3. Objetivos	24
1.3.1. Objetivo General	24
1.3.2. Objetivos Específicos	24

CAPÍTULO II

RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

2.1. Introducción a la Radiación Electromagnética	25
2.2. Campos Electromagnéticos (CEM)	26
2.2.1. Diferencia y Similitudes de Campos	28
2.3. Campos Estáticos y Variables en el Tiempo	29
2.4. Características Físicas de los Campos Electromagnéticos	30
2.5. Interacción entre los Campos Electromagnéticos y el Cuerpo Humano	31
2.5.1. Acoplamiento a los Campos Eléctricos de Baja Frecuencia	32
2.5.2. Acoplamiento a los Campos Magnéticos de Baja Frecuencia	32
2.5.3. Absorción De Energía de los Campos Magnéticos	33
2.5.4. Acoplamiento Indirecto	33
2.6. Propagación de Ondas Electromagnéticas	34
2.6.1. Campo Lejano	34
2.6.2. Campo Cercano	35
2.7. Fuentes de Campos de Frecuencia Baja, Media y Alta	37

2.8. Espectro Electromagnético	37
2.8.1. Puntos Clave del Espectro Electromagnético	39
2.8.2. Usos del Espectro de Radiofrecuencia	41
2.9. Radiación Electromagnética	42
2.9.1. Clasificación de la Radiación Electromagnética	44
2.9.3. Radiaciones No Ionizantes	45
2.9.4. Aplicaciones de Radiaciones No Ionizantes	49
2.9.5. Fuentes Típicas de Radiaciones No Ionizantes Artificiales	50
2.10. Radiaciones de Radiofrecuencia	51
2.10.1. Espectro Electromagnético	51

CAPÍTULO III

TELEFONÍA MÓVIL

3.1. Introducción a la Telefonía Móvil	53
3.2. Conceptos Generales de Telefonía Celular	55
3.3. Las Estaciones Bases	59
3.3.1. Componentes de una Estación Base	59
3.3.2. Funciones de las Estaciones Bases	62
3.4. Evolución de la Tecnología Celular	62
3.4.1. Las Generaciones de la Telefonía Celular	62
3.4.1.1. Primera Generación G1	62
3.4.1.2. Segunda Generación G2	65
3.4.1.4. Tercera Generación G3	66
3.4.2. Compatibilidad Mundial	66
3.5. Espectro de Telefonía Móvil en el Ecuador	68

CAPÍTULO IV

REGLAMENTO Y NORMAS DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

4.1. Recomendaciones de la OMS	70
--------------------------------	----

4.2. Recomendación de la ICNIRP	72
4.3. Recomendaciones de la UIT	74
4.3.1. ITU-T k.52	75
4.3.2. ITU-T k.61	77
4.4. Recomendaciones del CENELEC	78
4.4.1. En 54000	80
4.4.2. En 50383	81
4.5. Recomendación de la CITELE	83
4.6. Criterios para el Establecimiento de sus Límites de Exposición	84
4.7. Límites de Exposición	88
4.7.1. Límites de Exposición Poblacional	89
4.7.2. Límites de Exposición Ocupacional	89
4.8. Restricciones Básicas y Niveles de Referencias	90
4.8.1. Niveles De Referencia Para Exposición Ocupacional A Campos Eléctricos Y Magnéticos	93
4.8.2. Niveles de Referencia para Exposición Poblacional a Campos Eléctricos y Magnéticos	94
4.9. Niveles de Referencia para el Espectro de Radiofrecuencia a Analizar	94
4.10. Regulación Nacional	96
4.10.1.1 Exposición Ocupacional	97
4.10.1.2. Exposición Poblacional	97
4.11. Metodología y Procedimientos de Mediciones de Radiaciones No Ionizantes	101
4.11.1. Aplicación de Recomendaciones	102
4.11.2. Procedimiento	102
4.11.4. Método de Medición	103

CAPÍTULO V

EFFECTOS DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS EN LA SALUD

5.1. Efectos de los Campos en la Salud	106
5.2. Confirmación de Riesgo a la Salud de ... radiaciones no ionizantes	110
5.3. Diez Mitos y Verdades Acerca de los Teléfonos Móviles y sus Estaciones Bases	112

CAPÍTULO VI

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE RADIACIÓN

ELECTROMAGNÉTICA

6.1. Instrumentos de Medición de Campos Electromagnéticos	116
6.1.2. Medidor Selectivo de Radiación SMR 3000	117
6.1.3. Antena Isotrópica del SMR 3000	119
6.1.4. Interface RS232 del Narda SRM-3000	121
6.1.5. Modo Remoto	122
6.2. Configuración de los Equipos para la Medición	123

CAPÍTULO VII

ANÁLISIS Y RESULTADOS

7.1. Mediciones de las Radiobases	125
7.1.1. Provincias Implicadas	127
7.2. Procedimiento de la Medición	128
7.3. Análisis de Resultados	144

Conclusiones	173
Recomendaciones	175
Resumen	177
Bibliografía	181
Anexos	185

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Campos Eléctricos	27
Figura II.2. Campos Magnéticos	28
Figura II.3. Espectro Electromagnético	39
Figura II.4. Relación entre Campos Eléctricos y Magnéticos	43
Figura II.5. Radiaciones Ionizantes y No ionizantes	44
Figura III.1. Sistema Celular	55
Figura III.2. Esquema básico de un Sistema de Comunicaciones	57
Figura III.3. Celdas sectorizadas	58
Figura III.4. Esquema general de las instalaciones de una estación base	59
Figura III.5. Equipamiento de una estación base de telefonía móvil	60
Figura III.6. Estaciones bases	61
Figura III.7. Frecuencias concesionadas, Banda 800 MHz	68
Figura III.8. Frecuencias concesionadas, Banda 1900 MHz	69
Figura IV.1. Localización de alturas	81
Figura IV.2. Representación del método de evaluación de volumen	83
Figura IV.3. Representación de los límites de exposición	88
Figura IV.4. Límites de exposición poblacional E [V/m] Vs f [Hz]	89
Figura IV.5. Límites de exposición ocupacional E [V/m] Vs f [Hz]	90
Figura IV.6. Esquema de zona de medición	104
Figura V.1. Exposición Electromagnética	108
Figura V.2. Campos magnéticos en el organismo	109
Figura V.3. Zonas: General, Pública y Rebasamiento	110
Figura V.4. Narda Safety Test Solutions	117
Figura V.5. Equipo Narda SRM 3000	118
Figura V.6. Antena Triaxial del SRM 3000, con cable adaptador RF.36	119
Figura V.7. Conector RS 232 para interface serial del Narda SRM-3000	122
Figura V.8. Pantalla del Narda SRM-3000 en modo Remoto	123
Figura V.9. Pantalla inicial del Narda SRM-3000	123

Figura V.10. Pantalla del Narda Narda SRM 3000 luego de configurarlo	124
Figura VII.1. Esquema de medición	126
Figura VII.2. Operadoras detalladas	145
Figura VII.3. Densidad de potencia Provincia de Bolívar CONECEL	148
Figura VII.4. Densidad de potencia Provincia de Chimborazo CONECEL	149
Figura VII.5. Densidad de potencia Provincia de Tungurahua CONECEL	150
Figura VII.6. Mayor densidad de potencia operadora CONECEL S.A.	151
Figura VII.7. Densidad de potencia Provincia de Bolívar OTECEL	152
Figura VII.8. Densidad de potencia Provincia Chimborazo OTECEL	154
Figura VII.9. Densidad de potencia Provincia de Tungurahua OTECEL	155
Figura VII.10. Mayor densidad de potencia de cada provincia OTECEL	156
Figura VII.11. Densidad de potencia Provincia de Bolívar TELECSA	156
Figura VII.12. Densidad de potencia Provincia de Chimborazo TELECSA	157
Figura VII.13. Densidad de potencia Provincia de Tungurahua TELECSA	158
Figura VII.14. Densidad de potencia de cada Provincia TELECSA	158
Figura VII.15. Valores promedio de densidad de potencia por operadora	158
Figura VII.16. Valores promedio de densidad de potencia por provincia	159
Figura VII.17. Valores promedio densidad de potencia por capital de provincia	159
Figura VII.18. Valor medido vs porcentaje Limite Nacional banda 850 MHZ parte 1	166
Figura VII.19. Valor medido vs porcentaje Limite Nacional banda 1900MHZ	172

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. I Diferencia y Similitudes de Campos Eléctricos y Magnéticos	29
Tabla II. II. Aplicaciones de Radiaciones No Ionizantes	49
Tabla II. III. Tabla de radiofrecuencias	51
Tabla III.I. Tecnologías Celulares	67
Tabla IV.I. Límites establecidos por el ICNIRP	85
Tabla IV.II. Valores Límites de densidad de potencia para telefonía celular	87
Tabla IV. III. Niveles de Referencia campo eléctrico, magnético y densidad de potencia, para exposición ocupacional	93
Tabla IV. IV. Niveles de Referencia campo eléctrico, magnético y densidad de potencia, para exposición poblacional	94
Tabla IV. V. Niveles de referencia de intensidad de campo eléctrico para exposición poblacional de rangos de frecuencia a analizar	95
Tabla IV. VI. Límites de referencia en el Ecuador	96
Tabla IV. VII. Límites máximos de exposición a las emisiones de RNI	98
Tabla VII.I. Población implicada	127
Tabla VII.II. Total Operadoras por Provincias	127
Tabla VII.III. Operadoras detalladas por cada provincia	145
Tabla VII.IV. Rangos de Frecuencia Operadora CONECEL	146
Tabla VII.V. Rangos de Frecuencia Operadora OTECEL	146
Tabla VII.VI. Rangos de Frecuencia Operadora TELECSA	147
Tabla VII.VII. Tabla de valores medidos operadora CONECEL provincia de Bolívar	147
Tabla VII.VIII. Tabla de valores medidos operadora CONECEL provincia de Chimborazo	148
Tabla VII.IX. Tabla de valores medidos operadora CONECEL provincia de Tungurahua	150

Tabla VII.X. Tabla de valores medidos operadora OTECEL provincia de Bolívar	152
Tabla VII.XI. Tabla de valores medidos operadora OTECEL provincia de Chimborazo	153
Tabla VII.XII. Tabla de valores medidos operadora OTECEL provincia de Tungurahua	155
Tabla VII.XIII. Tabla de valores medidos operadora TELECSA provincia de Bolívar.	156
Tabla VII.XIV. Tabla de valores medidos operadora TELECSA provincia de Chimborazo	157
Tabla VII.XV. Tabla de valores medidos operadora TELECSA provincia de Tungurahua	157
Tabla VII.XVI. Comparación valor medido con límite nacional banda 850 MHZ	160
Tabla VII.XVII. Comparación valor medido con límite nacional banda 1900 MHZ	170

INTRODUCCIÓN

Somos beneficiarios y protagonistas de un crecimiento sostenido de los servicios de telecomunicaciones en general, y de la telefonía móvil en particular. La realidad nos toca muy de cerca, cada vez podemos comunicarnos más fácil y frecuentemente desde cualquier lugar con nuestras casas, nuestros lugares de trabajo, nuestras relaciones, constituyéndose la telefonía móvil en una insustituible herramienta de organización social y familiar.

El desarrollo de los sistemas de telecomunicaciones implica la instalación de estaciones base, que permiten transportar la información a través del espectro radioeléctrico. Naturalmente, su presencia genera inquietud sobre los efectos que esas transmisiones pueden tener sobre la salud. Esto ha sido estudiado, y sigue siendo estudiado, en todo el mundo. Los resultados obtenidos han permitido fijar valores de exposición seguros; de modo que la instalación de antenas está basada en parámetros objetivos y cuantificables, que pueden ser medidos y verificados en todo momento.

El Gobierno Ecuatoriano, han creado reglamentaciones con la finalidad de precautelar la seguridad de su población; en el Ecuador, el Organismo Técnico de Control que controla las emisiones de las Radiobases Celulares es la Superintendencia de Telecomunicaciones.

El presente trabajo pretende analizar y medir los niveles de radiación no ionizante producidos por los sistemas autorizados de SMA (Servicio Móvil Avanzado), en los sectores rurales y urbanos de las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar, a fin de que la población conozca sobre estos temas y su normativa, de esta manera contribuir a las necesidades de información del público en general. Y lo hace mediante la recopilación y análisis de los datos obtenidos durante las mediciones de

110 estaciones base de las operadoras CONECEL S.A., OTECEL S.A. y TELECSA S.A. ubicadas en las provincias de: Bolívar, Chimborazo y Tungurahua, determinando si las mediciones realizadas se encuentran dentro de los rangos permitidos de exposición poblacional, establecidos en el “Reglamento de Protección de Emisiones de Radiación No Ionizante Generadas por uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico”.

Para realizar las mediciones se tomara en cuenta el método de medición estipulado en la normativa nacional, utilizando como instrumentos un medidor discriminante de RNI y un GPS para localización de la estaciones base.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

En la actualidad nuestro mundo está lleno de ondas electromagnéticas. Unas pocas son visibles y se manifiestan en los colores de las cosas. Otras las podemos sentir en forma de calor como por ejemplo las infrarrojas, o detectarlas con aparatos como en casos de las de radio, telefonía, radar o TV. Las ondas capaces de romper moléculas (rayos X, gamma) se llaman ionizantes, mientras aquellas que no logran hacerlo se denominan no ionizantes (ondas de radio, microondas, infrarrojo, visible y ultravioleta). Algunas radiaciones no ionizantes pueden aumentar los movimientos de las moléculas, lo que se traduce en calentamiento. Las radiaciones que hasta el

momento se reconocen como más perjudiciales son, por un lado, las emitidas por los tendidos eléctricos de alta tensión y sus estaciones transformadoras, y por otro, las derivadas de la telefonía móvil, tanto las emitidas por los teléfonos móviles como las procedentes de sus antenas base.

La creciente demanda de electricidad, el avance de la tecnología y los cambios de hábitos sociales han generado más fuentes artificiales de campos electromagnéticos, dando lugar a la presencia de radiaciones no ionizantes en el medio ambiente urbano con las que el ser humano convive diariamente, ello ha generado preocupación en la sociedad respecto a sus efectos sobre la salud. En forma particular el crecimiento de las telecomunicaciones con la telefonía móvil y las redes inalámbricas es inexorable, constituyéndose en la práctica en el único medio para dar servicio telefónico a las zonas urbano-marginales y ciertas zonas rurales; servicio que implica la utilización de radiaciones no ionizantes para su funcionamiento, bajo un régimen normativo reglado que exige el cumplimiento de ciertas medidas de seguridad y prevención para los seres humanos.

Las antenas de estaciones base utilizadas por operadoras de telefonía móvil comúnmente ubicadas en sectores rurales alejados, producen una radiación electromagnética que por su frecuencia es radiación de radiofrecuencia (R.F.).

Esta radiación de radiofrecuencia es no ionizante y sus efectos biológicos son esencialmente diferentes de los de la radiación ionizante, producida por máquinas de rayos X o por la desintegración de isótopos radiactivos. Estamos viendo como nuestras ciudades y zonas rurales están siendo invadidos por miles de antenas repetidoras de telefonía móvil. El enorme desarrollo de este

método de comunicación ha sido verdaderamente espectacular, pero de una u otra manera afecta a nuestra salud la enorme red de ondas de telefonía móvil con la que estamos conviviendo. Por tal motivo y considerando que en la actualidad no existe información suficiente relacionada con la emisión de radiación no ionizante ni la preocupación por parte de entidades públicas o privadas en su control y monitoreo en la provincia y menos aún el nuestro país, es necesario analizar y medir los niveles de radiaciones no ionizantes producidas por las operadoras de servicios móviles avanzados y difundir los estándares de calidad que deben cumplirse en su funcionamiento, para que de esta manera las normas de prevención y seguridad no sean desconocidas ni tampoco pasen inadvertidas.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Los niveles de radiación no ionizante es un trabajo exigente que requiere de una metodología y técnica elaborada, cuando se desea obtener resultados con calidad. Actualmente existen múltiples tipos de instrumentos y sistemas para la medición de niveles de radiación, cada uno diseñado con un propósito diferente; por lo tanto es importante determinar cuál es el esquema de medición más indicado, evaluando el comportamiento ante el medio para evitar obtener resultados con información errónea o poco aproximada, además es importante examinar los métodos que serán implementados para evitar el ingreso de errores en la medición.

En el Ecuador ninguna empresa ofrece el servicio de medición de niveles de radiación no ionizante; por tal motivo el presente trabajo investigativo facilitará obtener este tipo de resultados para garantizar un trabajo ético y económico de calidad para aquellas instituciones que requieren datos exactos de este tipo de

información; beneficiando también a la sociedad en general porque conoceremos más a fondo las consecuencias de la presencia de niveles de radiaciones no ionizantes en el ambiente.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

1. Analizar y medir los niveles de radiación no ionizante producidos por los sistemas autorizados de SMA (Servicio Móvil Avanzado), en los sectores rurales y urbanos de las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar a fin de que la población conozca sobre estos temas y su normativa.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estudiar las radiaciones no ionizantes (RNI) orígenes, causas y efectos.
2. Investigar las potencialidades del equipo NARDA para la medida de radiación.
3. Analizar las causas y efectos de los niveles de radiación no ionizante que producen las Radiobases celulares en los sectores rurales y urbanos de las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar.
4. Medir si los niveles de emisión de radiación no ionizante generadas por las Radiobases celulares, funcionan según el reglamento vigente en nuestro país.
5. Difundir información a la ciudadanía en general sobre los efectos de la emisión de radiaciones no ionizantes generadas por las Radiobases celulares.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. INTRODUCCIÓN A LA RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

El término radiación significa simplemente energía transmitida por ondas. Las ondas electromagnéticas son ondas de fuerzas eléctricas y magnéticas, cuyo movimiento ondulatorio se define como propagación de perturbaciones en un sistema físico. La energía no se crea ni se destruye simplemente se transforma, por lo tanto: "Todo cambio en el campo eléctrico va acompañado de un cambio en el campo magnético y viceversa. Estos fenómenos fueron descritos en 1865 por J.C. Maxwell en cuatro ecuaciones que se conocen como ecuaciones de Maxwell". Las ondas electromagnéticas se caracterizan por un conjunto de parámetros, que incluyen la frecuencia (f), la longitud de onda (λ),

la intensidad del campo eléctrico (E), la intensidad del campo magnético (B), la polarización eléctrica (P), la velocidad de propagación (c) y el vector de Poynting (S).¹

La radiación electromagnética consiste de ondas de energía eléctrica y magnética moviéndose juntas a través del espacio a la velocidad de la luz. El término “campo electromagnético” (CEM) se usa para indicar la presencia de radiación electromagnética. Las diferentes formas de radiación electromagnética son clasificadas por sus frecuencias. Los CEM incluyen los campos eléctricos y magnéticos de las redes de energía la radio, la televisión, los teléfonos móviles y sus estaciones bases, radar y comunicaciones vía satélite. Muchos aparatos domésticos también transmiten CEM, tal como los teléfonos inalámbricos y los juguetes a control remoto.

2.2. CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS (CEM)

Los campos electromagnéticos \vec{E} y \vec{H} combinados producen ondas electromagnéticas que se propagan a la velocidad de la luz, y se las puede definir a través de una frecuencia y una longitud de onda. La frecuencia se refiere al número de oscilaciones de la onda por unidad de tiempo, medido en múltiplos de un hertzio (1 Hz = 1 ciclo por segundo), y la longitud de onda es la distancia recorrida por la onda en una oscilación (o ciclo).

¹ Tomasi, W. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas Pág. 5, Edición 2, Editorial Prentice Hall

La intensidad de campo eléctrico (\vec{E}) se mide en voltios por metro [V/m]. Si un objeto se carga eléctricamente, provoca que otras cargas de su mismo signo se repelan y que cargas de signo contrario se atraigan. Todo electrodoméstico conectado a una red eléctrica, aunque no esté encendido, está sometido a un campo eléctrico que es proporcional a la tensión de la fuente a la que está conectado. Los campos eléctricos son más intensos mientras más cerca esté de la fuente, y se debilitan con la distancia.

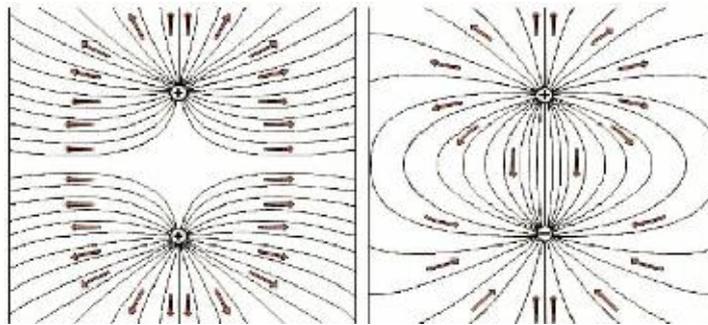


Figura II. 1. Campos Eléctricos ²

La intensidad de campo magnético (\vec{H}) tienen su origen en los corrientes eléctricas: un corriente más fuerte resulta en un campo más fuerte. Un campo eléctrico existe aun que no haya corriente. Cuando hay corriente, la magnitud del campo magnético cambiará con el consumo de poder, pero la fuerza del campo eléctrico quedará igual. Se mide en amperios por metro [A/m], aunque frecuentemente se le expresa en función de la densidad de flujo magnético (\vec{B}) que produce, medida en teslas [T]. Ambas cantidades físicas están relacionadas mediante la ecuación:

$$\vec{B} = \mu\vec{H} \text{ Ecuación 2.1}$$

² <http://html.rincondelvago.com/carga-electrica-y-electricidad.html>

Donde μ es la constante de proporcionalidad llamada permeabilidad magnética. En el vacío, en el aire y en materiales no magnéticos incluyendo materiales biológicos, $\mu_0 = 4 \times 10^{-7}$ [H/ m].

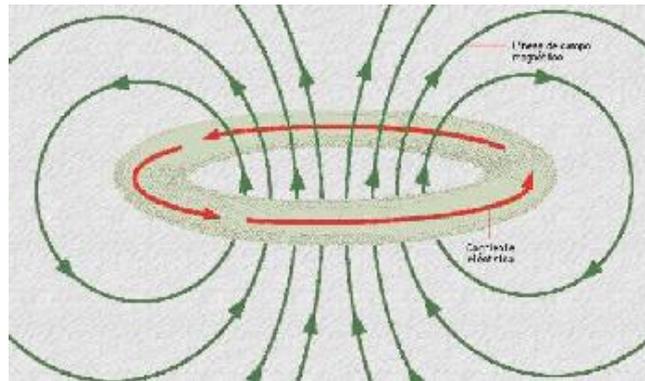


Figura II. 2. Campos Magnéticos³

2.2.1. DIFERENCIA Y SIMILITUDES DE CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS

Entre las diferencias y similitudes básicas entre los campos eléctricos y magnéticos tenemos:

³ <http://html.rincondelvago.com/carga-electrica-y-electricidad.html>

Tabla II. IV. Diferencia y Similitudes de Campos Eléctricos y Magnéticos⁴

CAMPOS ELÉCTRICOS	CAMPOS MAGNÉTICOS
La fuente de los campos eléctricos es la tensión eléctrica.	La fuente de los campos magnéticos es la corriente eléctrica.
Los campos eléctricos se origina con la conexión a una fuente, no requiere de flujo de corriente.	Los campos magnéticos se originan cuando se pone en marcha un aparato eléctrico y fluye corriente.
La unidad de medida de intensidad es de voltios por metro (V/m).	La unidad de medida de intensidad es de amperios por metro (A/m) y el flujo magnético es tesla (T).
La intensidad de campo disminuye conforme aumenta la distancia desde la fuente.	La intensidad de campo disminuye conforme aumenta la distancia desde la fuente.
La mayoría de los materiales de construcción protegen en cierta medida de campos eléctricos.	La mayoría de los materiales de construcción no atenúan los campos magnéticos.

2.3. CAMPOS ESTÁTICOS Y VARIABLES EN EL TIEMPO

Los campos estáticos se producen cuando la corriente eléctrica es continua, es decir, que fluye siempre en el mismo sentido. Reciben ese nombre porque no varían en el tiempo. Son campos magnéticos estáticos,

⁴ FUENTE: Las Autoras

el campo magnético terrestre y el que rodea los respectivos polos magnéticos de ciertos objetos con propiedades magnéticas.

En cambio la corriente eléctrica alterna invierte su sentido de forma periódica. Este movimiento cíclico de cargas eléctricas en el circuito genera espontáneamente, en todo el espacio que lo rodea, dos campos inducidos, variables en el tiempo o cíclicos, que son propagados a mayor o menor distancia, dependiendo de la magnitud de las cargas en movimiento y de la geometría del cuerpo emisor o antena. Estas perturbaciones electromagnéticas se denominan radiaciones o campos electromagnéticos.

2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Las ondas electromagnéticas pueden caracterizarse por su longitud, frecuencia o energía. Los tres parámetros se relacionan entre sí. La frecuencia de una onda electromagnética es en definitiva el número de oscilaciones que pasan por un punto en una unidad de tiempo. Se mide en ciclos por segundo, o hercios. Un ciclo por segundo equivale a un hercio (Hz). Normalmente, los campos de radiofrecuencias se designan con unidades superiores, en particular el kilohercio (khz), o mil ciclos por segundo; el megahercio (Mhz), o un millón de ciclos por segundo; y el gigahercio (Ghz), o mil millones de ciclos por segundo.

Cuanto más corta es la longitud de onda, más alta es la frecuencia. Por ejemplo, el tramo intermedio de una banda de radiodifusión de amplitud modulada tiene una frecuencia de un millón de hercios (1 Mhz) y una

longitud de onda de aproximadamente 300 metros. Los hornos de microondas utilizan una frecuencia de 2.450 millones de hercios (2,45 GHz) y tienen una longitud de onda de 12 centímetros.

Una onda electromagnética está formada por paquetes muy pequeños de energía llamados fotones. La energía de cada paquete o fotón es directamente proporcional a la frecuencia de la onda: Cuanto más alta es la frecuencia, mayor es la cantidad de energía contenida en cada fotón.

2.5. INTERACCIÓN ENTRE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y EL CUERPO HUMANO

Los campos electromagnéticos interactúan con los seres humanos de las siguientes maneras:

1. Acoplamiento a campos eléctricos de baja frecuencia.
2. Acoplamiento a campos magnéticos de baja frecuencia
3. Absorción de energía de los campos electromagnéticos.
4. Acoplamiento indirecto.

2.5.1. ACOPLAMIENTO A LOS CAMPOS ELÉCTRICOS DE BAJA FRECUENCIA

La interacción de los campos eléctricos variables en el tiempo con los seres humanos ocasiona un movimiento de cargas eléctricas generando la polarización de la dirección de las cargas formando dipolos eléctricos⁵, y la reorientación de dipolos eléctricos ya presentes en el tejido. La manera en que el tejido corporal se ve afectado por un campo eléctrico de baja frecuencia depende de la conductividad eléctrica (relacionado con el flujo de corriente eléctrica) y de la permitividad (relacionado con la magnitud del efecto de polarización). La conductividad eléctrica y la permitividad varían con el tipo de tejido, y dependen de la frecuencia del campo aplicado.

2.5.2. ACOPLAMIENTO A LOS CAMPOS MAGNÉTICOS DE BAJA FRECUENCIA

La interacción de los campos magnéticos variables en el tiempo con el cuerpo humano genera campos eléctricos inducidos y la circulación de corrientes eléctricas. Las magnitudes de los campos inducidos y de la densidad de corriente son proporcionales a la conductividad eléctrica del tejido, y a la tasa de cambio y magnitud de la densidad de flujo magnético.

⁵ Un dipolo eléctrico es un sistema de dos cargas de signo opuesto e igual magnitud que se encuentran cercanas entre sí. Al aplicar un campo eléctrico a un material dieléctrico este se polariza dando lugar a que los dipolos eléctricos se reorienten en la dirección del campo disminuyendo la intensidad del mismo.

2.5.3. ABSORCIÓN DE ENERGÍA DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

La exposición a campos eléctricos y magnéticos produce generalmente una absorción de energía insignificante y un incremento de temperatura en el cuerpo no mensurable. Sin embargo, a frecuencias superiores a 100 kHz, los tejidos vivos pueden sufrir una absorción de energía y un incremento de temperatura considerables. La exposición a campos electromagnéticos uniformes ocasiona un depósito de energía dentro del cuerpo humano altamente no uniforme.

2.5.4. ACOPLAMIENTO INDIRECTO

Hay dos formas de acoplamiento indirecto entre el cuerpo humano y los campos electromagnéticos:

Corrientes de contacto resultantes cuando el cuerpo humano entra en contacto con un objeto a un potencial eléctrico diferente. Acoplamiento a los campos electromagnéticos de dispositivos médicos adheridos, o implantados en una persona. La magnitud y distribución espacial de las corrientes eléctricas inducidas dependen de la frecuencia, del tamaño del objeto, del tamaño de la persona, y del área de contacto. Las descargas transitorias (chispas) ocurren cuando un individuo y un objeto conductor que están expuestos a campos intensos entran en proximidad.

2.6. PROPAGACIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

Con la finalidad de determinar la manera en que se propaga una onda electromagnética, si la distancia a la fuente del campo es menor que una longitud de onda, se dice que estamos en la región de campo cercano (esta es la situación habitual para bajas frecuencias, hasta 30kHz). Si la distancia es mayor de una longitud de onda, se aplican las condiciones de campo lejano. Esta distinción entre campos cercano y lejano es muy importante en las medidas. En la región de campo cercano, la relación entre la intensidad de campo eléctrico (E [V/m]) y la intensidad de campo magnético (H [A/m]) no es constante, por lo que deben medirse por separado.

Sin embargo, en la región de campo lejano basta medir uno de esos dos parámetros, ya que, al ser la relación entre ambos una constante conocida, podemos calcular su valor a partir del otro.

2.6.1. CAMPO LEJANO

Para la región de campo lejano, la propagación del campo electromagnético puede modelarse como si se tratara de una onda plana. Las ondas planas tienen las siguientes características:

1. Los frentes de onda⁶ poseen una geometría plana.
2. Los vectores \vec{E} y \vec{H} son perpendiculares.

⁶ Frente de onda es el lugar geométrico en que los puntos del medio son alcanzados en un mismo instante por una onda.

La dirección de propagación es perpendicular al plano formado por los vectores \vec{E} y \vec{H} . Los campos \vec{E} y \vec{H} tienen la misma fase, y el coeficiente $|\vec{E}/\vec{H}|$ es constante a través del espacio. En el espacio libre, la relación $|\vec{E}/\vec{H}| = 377\Omega$, este valor es conocido como la impedancia característica del espacio libre.

El valor de una variable del campo es independiente de su distancia a la fuente.

La densidad de potencia \vec{S} que es igual a la potencia por unidad de área en la dirección de propagación corresponde a la expresión:

$$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H} \text{ Ecuación 2.2}$$

Esta situación, de campo lejano, es la que normalmente se tiene al analizar la ubicación de personas respecto de las radio bases celulares, antenas de FM y TV de radiodifusión.

2.6.2. CAMPO CERCANO

Para el caso de campo cercano, la propagación del campo electromagnético es mucho más compleja debido a que la estructura del campo puede ser no homogénea y la impedancia de onda plana no mantiene un valor constante igual a 377 ohmios. En consecuencia, en ciertas regiones, el campo electromagnético podrá llegar a ser puramente eléctrico o puramente magnético. En el caso de campo cercano se deben medir por separado el campo eléctrico y el campo magnético, y la densidad de potencia (\vec{S}) ya no es un valor apropiado para medir la exposición a campos electromagnéticos.

Estar expuesto a campos electromagnéticos variable en el tiempo genera corrientes internas dentro del cuerpo humano, y absorción de energía en los tejidos corporales. El campo eléctrico interno (\vec{E}) y la densidad de corriente (\vec{J}) están relacionados mediante la siguiente expresión:

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} \text{ Ecuación 2.3}$$

En la proximidad de las fuentes del campo electromagnético no es válida la aproximación de onda plana. En particular para las geometrías complejas asociadas a las estaciones y subestaciones de transmisión y distribución, pueden existir zonas donde virtualmente se tenga sólo campo eléctrico o sólo campo magnético. Esto ocurre en proximidades de las antenas a distancias menores que d:

$$d = \frac{2D^2}{\lambda} \text{ Ecuación 2.4}$$

Siendo

D: la mayor dimensión de la antena

λ : La longitud de onda de la señal transmitida por la antena

Esta situación es en la que se encuentran las personas respecto de los teléfonos móviles, la cercanía de líneas de alta tensión o de antenas de radio AM, etc.

2.7. FUENTES DE CAMPOS DE FRECUENCIA BAJA, MEDIA Y ALTA

Los campos electromagnéticos variables en el tiempo que producen los aparatos eléctricos son un ejemplo de campos de frecuencia extremadamente baja (FEB, o ELF, en inglés), con frecuencias generalmente de hasta 300 Hz. Otras tecnologías producen campos de frecuencia intermedia (FI), con frecuencias de 300 Hz a 10 MHz, y campos de radiofrecuencia (RF), con frecuencias de 10 MHz a 300 GHz. Los efectos de los campos electromagnéticos sobre el organismo no sólo dependen de su intensidad sino también de su frecuencia y energía. Las principales fuentes de campos de FEB son la red de suministro eléctrico y todos los aparatos eléctricos; las pantallas de computadora, los dispositivos antirobo y los sistemas de seguridad son las principales fuentes de campos de FI y las principales fuentes de campos de RF son la radio, la televisión, las antenas de radares y teléfonos celulares y los hornos de microondas.

Estos campos inducen corrientes en el organismo que, dependiendo de su amplitud y frecuencia, pueden producir diversos efectos como calentamiento y sacudidas eléctricas. (No obstante, para producir estos efectos, los campos exteriores al organismo deben ser muy intensos, mucho más que los presentes habitualmente en el medio).

2.8. ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas. Referido a un objeto se denomina

espectro electromagnético o simplemente espectro a la radiación electromagnética que emite (espectro de emisión) o absorbe (espectro de absorción) una sustancia. Los espectros se pueden observar mediante espectroscopios que, además de permitir observar el espectro, permiten realizar medidas sobre éste, como la longitud de onda, la frecuencia y la intensidad de la radiación⁷.

El espectro electromagnético se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio. Se cree que el límite para la longitud de onda más pequeña posible es la longitud de Planck mientras que el límite máximo sería el tamaño del Universo aunque formalmente el espectro electromagnético es infinito y continuo.

⁷ <http://es.wikipedia.org/wiki/Electromagnetismo>

ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

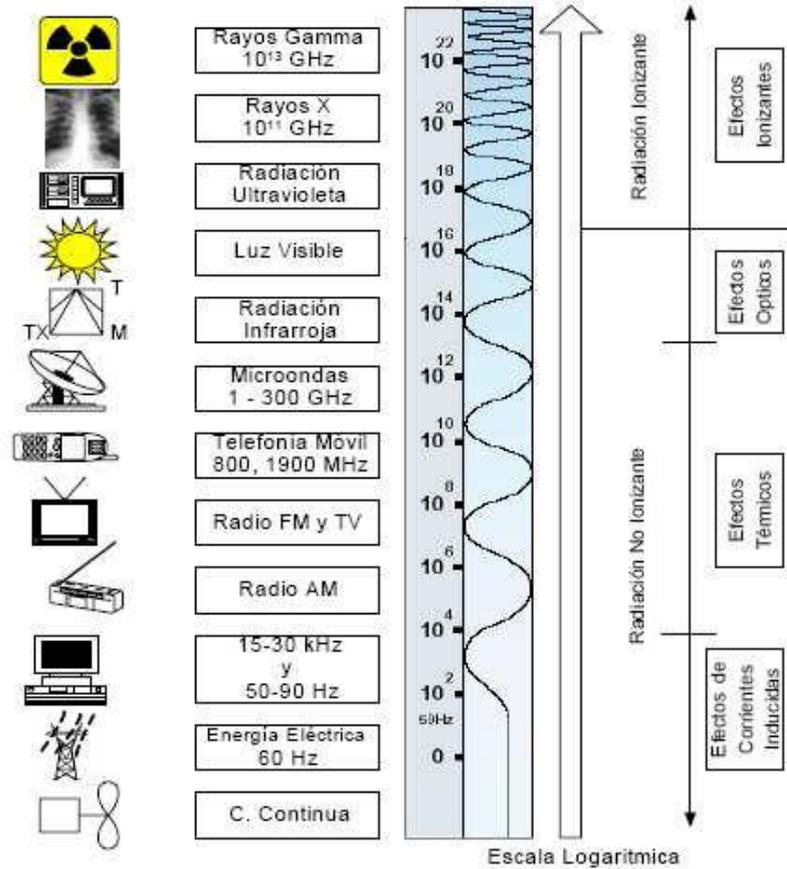


Figura II.3. Espectro Electromagnético⁸

2.8.1. PUNTOS CLAVE DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

El espectro electromagnético abarca tanto fuentes de campos electromagnéticos naturales como fuentes generadas por el hombre.

Un campo electromagnético se caracteriza mediante su frecuencia o su longitud de onda. En una onda electromagnética, estas dos características

⁸ <http://es.wikipedia.org/wiki/Electromagnetismo>

están directamente relacionadas entre sí: cuanto mayor es la frecuencia, más corta es la longitud de onda.

La radiación ionizante, como los rayos X y rayos gamma, contiene fotones con energía suficiente para romper enlaces moleculares. Los fotones de las ondas electromagnéticas de frecuencias de red y de radio son mucho menos energéticos y no tienen esa capacidad.

Los campos eléctricos se generan en presencia de una carga eléctrica y su intensidad se mide en voltios por metro (V/m). Los campos magnéticos se originan por la corriente eléctrica. Sus densidades de flujo se miden en μT (microtesla) o mT (militesla).

En las frecuencias de radio y de microondas, los campos eléctricos y magnéticos se consideran, conjuntamente, como los dos componentes de una onda electromagnética. La intensidad de estos campos se describe mediante la densidad de potencia, medida en vatios por metro cuadrado (W/m^2).

Las ondas electromagnéticas de frecuencia baja y frecuencia alta afectan al organismo de formas diferentes.

Las redes de distribución eléctrica y los aparatos eléctricos son las fuentes más comunes de campos eléctricos y magnéticos de frecuencia baja del entorno cotidiano. Las fuentes habituales de campos electromagnéticos de

radiofrecuencia son las telecomunicaciones, las antenas de radiodifusión y los hornos de microondas.

2.8.2. USOS DEL ESPECTRO DE RADIOFRECUENCIA

Entre los principales usos que se le da al espectro electromagnético de radiofrecuencia tenemos:

Radiocomunicaciones: las transmisiones de televisión, radio, radioaficionados, audio, video, radionavegación y telefonía móvil están incluidas en esta clase de emisiones de radiofrecuencia. Radioastronomía, ya que algunos de los objetos astronómicos emiten en radiofrecuencia. En estos casos las ondas de radio tienen una longitud de onda mayor que la de la luz visible, para lo cual se necesitan buena calidad de recepción y amplificación de antena, con lo cual se llega a estudiar sobre la formación estelar, las galaxias activas, la cosmología, etc.

Radar , es un sistema que usa ondas electromagnéticas para medir distancias, altitudes, direcciones y velocidades de objetos estáticos o móviles como aeronaves, barcos, vehículos motorizados, formaciones meteorológicas y el propio terreno. Su funcionamiento se basa en emitir un impulso de radio, que se refleja en el objetivo y se recibe típicamente en la misma posición del emisor.

El uso de ondas electromagnéticas permite detectar objetos más allá del rango de otro tipo de emisiones.

Resonancia magnética nuclear, estudia los núcleos atómicos al alinearlos a un campo magnético constante para posteriormente perturbar este alineamiento con el uso de un campo magnético alterno, de orientación ortogonal. La resultante de esta perturbación es una diferencia de energía que se evidencia al ser excitados dichos átomos por radiación electromagnética de la misma frecuencia. Estas frecuencias corresponden típicamente al intervalo de radiofrecuencias del espectro electromagnético.

2.9. RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

La radiación es una forma de energía en movimiento que está presente en nuestro mundo de forma natural o artificial. Cada momento de nuestras vidas estamos expuestos a diversas formas de radiación de las cuales la principal es la energía solar electromagnética que incluye, las ondas infrarrojas, la luz visible y las ondas ultravioletas. Aplicaciones tan comunes como la electricidad, la radio y la televisión son fuentes de radiaciones. Cuando disfrutamos del sol en un día de playa nos exponemos a la radiación ultravioleta y cuando nos tomamos una placa radiográfica estamos expuestos a los rayos X. La radiación de los sistemas de comunicaciones móviles es de naturaleza electromagnética.

Los campos electromagnéticos son capaces de liberar energía ya que están formados por pequeños paquetes de energía denominados fotones. Además, la energía de cada fotón es directamente proporcional a la frecuencia de la onda, por lo que a mayor frecuencia, mayor energía tendrá un fotón.

El grado de incidencia de las ondas electromagnéticas en los organismos vivos está determinado por la intensidad del campo electromagnético y por la cantidad de energía de cada fotón.

A continuación se muestra una onda electromagnética con sus componentes eléctrico (\vec{E}) y magnético (\vec{H}) y la forma en que estas componentes siguen planos perpendiculares.

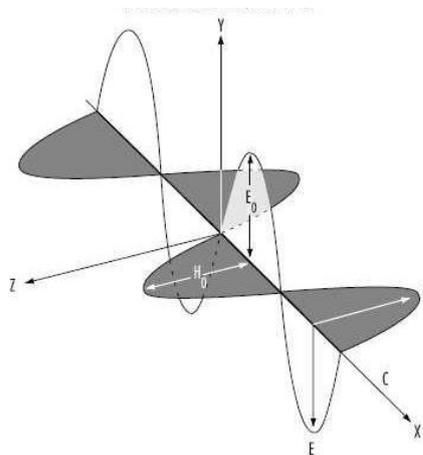


Figura II.4. Relación entre Campos Eléctricos y Magnéticos⁹

⁹ <http://www.bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/radiaciones/Descargas/Unidad1.pdf>

población. Igualmente, se considera que la energía por fotón de las radiaciones no ionizantes es menor que 12 eV, sus longitudes de onda son mayores a 100 nm y sus frecuencias son menores que 3×10^{15} Hz.

2.9.2. RADIACIONES IONIZANTES

Radiaciones ionizantes son aquellas radiaciones con energía suficiente para ionizar la materia, extrayendo los electrones de sus estados ligados al átomo. Las radiaciones ionizantes pueden provenir de sustancias radiactivas, que emiten dichas radiaciones de forma espontánea, o de generadores artificiales, tales como los generadores de Rayos X y los aceleradores de partículas. Las procedentes de fuentes de radiaciones ionizantes que se encuentran en la corteza terráquea de forma natural, pueden clasificarse como compuesta por partículas alfa, beta, rayos gamma o rayos X.

2.9.3. RADIACIONES NO IONIZANTES

A diferencia de las radiaciones ionizantes, las radiaciones no ionizantes no poseen la energía suficiente para remover un electrón de un átomo o de una molécula. Las radiaciones no ionizantes son comúnmente llamadas RNI por sus iniciales y a pesar de que tengan una fuerte intensidad no son capaces de producir ionización en los organismos vivientes.

La parte del espectro radioeléctrico que corresponde a las radiaciones no ionizantes está conformado por: la radiación ultravioleta (UV), la luz visible, la radiación infrarroja, las radiofrecuencias (RF) y microondas (MW), los campos de frecuencias extremadamente bajas (ELF), y los campos eléctricos y magnéticos estáticos.

Radiación Ultravioleta: Se conoce como radiación ultravioleta (radiación UV) a la radiación electromagnética cuya longitud de onda está comprendida entre los 400 nm y los 15 nm aproximadamente. El nombre de ultravioleta se debe a que su longitud de onda es menor de la que posee el color violeta y por tanto tiene mayor frecuencia. La radiación ultravioleta puede ser dañina para los seres vivos, sobre todo cuando su longitud de onda es baja. La principal fuente de radiación ultravioleta es el sol, pero también puede ser emitida por un gran número de fuentes con aplicaciones en la industria, la ciencia y la medicina. La exposición prolongada durante varios años a este tipo de radiación puede conllevar a serios problemas como quemaduras graves, cáncer a la piel y problemas en el sentido de la vista. La radiación UV se subdivide en componentes denominados UVA, UVB y UVC. La UVC de la luz solar es absorbida por la atmósfera y no llega a la superficie terrestre. La UVB es la radiación UV biológicamente más perjudicial para la piel y los ojos, y aunque la mayor parte de esta energía es absorbida por la atmósfera, produce quemaduras solares y otros efectos biológicos. La radiación UVA: se encuentra normalmente en la mayoría de las lámparas y es también la radiación más intensa que llega a la Tierra. Aunque la UVA puede penetrar profundamente en el tejido, no es tan perjudicial biológicamente como la UVB, ya que la energía individual de los fotones es menor que en la UVB o la UVC.

Luz visible: El rango de longitud de onda de la luz visible se encuentra aproximadamente entre los 400 nm y los 700 nm. La radiación que produce la luz visible puede afectar a la salud humana. La luz extremadamente brillante irrita los ojos, y los láseres de luz visible afectan a la visión incluso si trabajan a bajas potencias. Sin embargo, la luz visible puede usarse con fines cosmetológicos también ya que se utilizan para cauterizar folículos capilares.

Radiación infrarroja: La radiación infrarroja también llamada radiación térmica es un tipo de radiación electromagnética que se encuentra entre la luz visible y las microondas. Su rango de longitud de onda va desde los 780 nm hasta 1 mm aproximadamente. La radiación infrarroja es emitida por cualquier cuerpo cuya temperatura sea mayor que 0 grados Kelvin llamado el cero absoluto.

Según la clasificación de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE), la banda de radiación infrarroja se subdivide en IRA (de 780 nm a 1,4 m), IRB (de 1,4 m a 3 m) e IRC (de 3 m a 1 mm). Tal subdivisión se ajusta de manera aproximada a las características de absorción dependiente de la longitud de onda de la radiación infrarroja en el tejido y a los diferentes efectos biológicos resultantes.

Radiofrecuencias: Las radiofrecuencias se encuentran en el rango de 3 Hz a 300 GHz aproximadamente. Las radiofrecuencias son utilizadas para un amplio rango de aplicaciones, entre las que se pueden mencionar las telecomunicaciones y la medicina. Las radiofrecuencias a su vez se subdividen

de acuerdo al rango de su longitud de onda. Una subdivisión de las radiofrecuencias son las microondas.

Microondas: Las microondas forman parte de las radiofrecuencias comprendidas en el rango de longitud de onda de 1 m a 1 mm. Las microondas son ampliamente utilizadas en telecomunicaciones debido a su cualidad de atravesar la atmósfera con menor interferencia que ondas con mayores longitudes de onda.

Campos de frecuencias extremadamente bajas: Se les conoce también como campos ELF (extreme low frequency). Sus frecuencias se encuentran por debajo de los 300 Hz. Debido a su baja frecuencia, sus longitudes de onda son muy grandes.

Por ejemplo, una onda que se propague a la frecuencia de 60 Hz tendrá una longitud de onda de 5.000 km. El ejemplo clásico de campos de frecuencias extremadamente bajas es el generado por la energía eléctrica lo cual ha causado gran controversia porque se pone en duda si es que los electrodomésticos podrían ser perjudiciales para la salud humana.

2.9.4. APLICACIONES DE RADIACIONES NO IONIZANTES

Tabla II.II. Aplicaciones de Radiaciones No Ionizantes¹¹

RANGO DE FRECUENCIAS	BANDA DE OPERACIÓN	APLICACIONES
1Hz – 300Hz	ELF frecuencia extremadamente bajas. LF Bajas Frecuencias.	Campos eléctricos de aparatos, red eléctrica convencional, monitores de video ($3-3 \times 10^4$ Hz), tramos de radio AM.
300KHz – 300MHz	RF Radiofrecuencia.	Tramos de radio AM, radio FM, onda corta médica (26MHz).
300MHz – 300GHz	MO Microondas	Aparatos Domésticos por microondas, telefonía celular (850MHz/1900MHz), microondas para fisioterapia medica (2450MHz/915MHz), radares y otras comunicaciones vía microondas.
300GHz : 780 nm	IR Luz Infrarroja	Luz solar, aparatos para terapia con calor, láseres.
300GHz:780-400 nm	Luz Visible	Luz solar, fototerapia, láseres.
300GHz:400-100 nm	UV Ultravioleta	Luz solar, radioterapia, tubos fluorescentes, esterilización de comida y aire.

¹¹ http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0001-60022009000400003&script=sci_arttext

2.9.5. FUENTES TÍPICAS DE RADIACIONES NO IONIZANTES ARTIFICIALES

Las radiaciones no ionizantes se caracterizan por la frecuencia en la que trabajan, y de acuerdo a esta frecuencia, las fuentes típicas de radiaciones no ionizantes son las siguientes:

Fuentes de campos estáticos que trabajan a 0 Hz: Trenes de levitación magnética, sistemas de resonancia magnética para diagnóstico médico o sistemas electrolíticos de aplicación industrial-experimental fuentes de campos electromagnéticos de frecuencias extremadamente bajas (ELF) que trabajan en el rango $0 \text{ Hz} < f \leq 300 \text{ Hz}$: trenes eléctricos (16,66 – 60 Hz y sus armónicos), sistemas de generación, transporte y utilización de energía eléctrica (60 Hz).

Fuentes de campos electromagnéticos de frecuencias intermedias (IF) que operan en el rango $300 \text{ Hz} < f \leq 30 \text{ MHz}$: monitores de video (3 – 30 kHz), radio AM (30 kHz – 3 MHz), cocinas y hornos de inducción (300 kHz – 3 MHz), equipos de diatermia de 3 - 30 MHz. fuentes de radiofrecuencias (RF) y microondas (MW) que operan en el rango de frecuencias $30 \text{ MHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$: radio FM (30 – 300 MHz), teléfonos móviles con sus respectivas estaciones base, antenas emisoras de radio y televisión, hornos microondas, monitores de video, radares y sistemas de comunicación por microondas (3 – 30 GHz) y equipos de diatermia de 0,3 a 3 Ghz.

2.10. RADIACIONES DE RADIOFRECUENCIA

2.10.1. ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO DE LA RADIOFRECUENCIA

Tabla II.III. Tabla de radiofrecuencias¹²

NOMBRE	ABREVIATURA	FRECUENCIA	LONGITUD DE ONDA
Extremely low frequency	ELF	3-30Hz	100.000-10.000Km
Super low frequency	SLF	30-300Hz	10.000-1.000Km
Ultra low frequency	ULF	300-3.000Hz	1.000- 100Km
Very low frequency	VLF	3-30KHz	100 - 10Km
Low frequency	LF	30-300KHz	10-1Km
Medium frequency	MF	300-3.000KHz	1Km–100 m
High frequency	HF	3-30MHz	100 –10m
Very high frequency	VHF	30-300MHz	10–1m
Ultra high frequency	UHF	300-3.000MHz	1– 100mm
Super high frequency	SHF	3-30GHz	100– 10mm
Extremely high frequency	EHF	30-300GHz	10– 1mm

A partir de 1 GHz las bandas entran dentro del espectro de las microondas. Por encima de 300 GHz la absorción de la radiación electromagnética por la atmósfera terrestre es tan alta que la atmósfera se vuelve opaca a ella, hasta que, en los denominados rangos de frecuencia infrarrojos y ópticos, vuelve de nuevo a ser transparente.

¹² [http:// es.wikipedia.org/wiki/Radiofrecuencia](http://es.wikipedia.org/wiki/Radiofrecuencia)

Las bandas ELF, SLF, ULF y VLF comparten el espectro de la AF (audiofrecuencia), que se encuentra entre 20 y 20.000 Hz aproximadamente. Sin embargo, éstas se tratan de ondas de presión, como el sonido, por lo que se desplazan a la velocidad del sonido sobre un medio material. Mientras que las ondas de radiofrecuencia, al ser ondas electromagnéticas, se desplazan a la velocidad de la luz y sin necesidad de un medio material.

CAPÍTULO III

TELEFONÍA MÓVIL

3.1. INTRODUCCIÓN A LA TELEFONÍA MÓVIL

Desde el principio de las telecomunicaciones, dos han sido las principales opciones para llevar a cabo una comunicación: con o sin hilos, o lo que es lo mismo, por cable o por el aire. En realidad ambas pueden participar en un mismo proceso comunicativo. En las comunicaciones móviles, en las que emisor o receptor están en movimiento, la movilidad de los extremos de la comunicación excluye casi por completo la utilización de cables para alcanzar dichos extremos. Por tanto utiliza básicamente la comunicación vía radio. Esta se convierte en una de las mayores ventajas de la comunicación vía radio: la movilidad de los extremos de la conexión. Otras bondades de las redes

inalámbricas son el ancho de banda que proporcionan, el rápido despliegue que conllevan al no tener que llevar a cabo obra civil.

Sin embargo el cable es más inmune a amenazas externas, como el ruido o las escuchas no autorizadas, y no tiene que competir con otras fuentes por el espacio radioeléctrico, bien común más bien escaso. Históricamente la comunicación vía radio se reservaba a transmisiones punto multipunto, con grandes distancias a cubrir. También era útil en situaciones en las que la geografía dificultase en exceso el despliegue de cables.

Fundamentalmente se utilizaba para transmitir radio y TV. Por el contrario, las comunicaciones telefónicas utilizaban cables. Todo esto nos lleva a la actual situación, en la que ya no está tan claro cuando es mejor una u otra opción. En cuanto a las comunicaciones móviles, no aparecen comercialmente hasta finales del siglo XX. Los países nórdicos, por su especial orografía y demografía, fueron los primeros en disponer de sistemas de telefonía móvil, eso sí, con un tamaño y unos precios no muy populares. Radiobúsquedas, redes móviles privadas o Trunking, y sistemas de telefonía móvil mejorados fueron el siguiente paso. Después llegó la telefonía móvil digital, las agendas personales, miniordenadores, laptops y un sinnúmero de dispositivos dispuestos a conectarse vía radio con otros dispositivos o redes. Y finalmente la unión entre comunicaciones móviles e Internet, el verdadero punto de inflexión tanto para uno como para otro.

Los servicios de comunicaciones móviles más extendidos son la telefonía móvil terrestre, la comunicación móvil por satélite, las redes móviles privadas, la radio

mensajería, la radio localización GPS, las comunicaciones inalámbricas y el acceso a Internet móvil.

3.2. CONCEPTOS GENERALES DE TELEFONÍA CELULAR

El concepto celular permite que un sistema de comunicaciones móviles pueda cubrir un área determinada con una densidad de usuarios variable, normalmente creciente, sin requerir más espectro radioeléctrico que el inicialmente asignado. El nombre de telefonía celular viene de la idea de dividir una zona geográfica, a la que se desea dar servicio, en áreas pequeñas llamadas células o celdas.

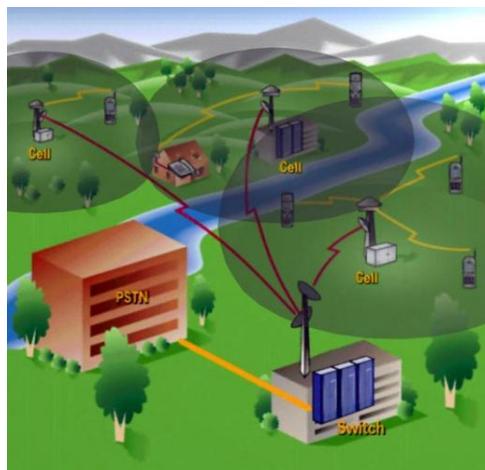


Figura III. 1. Sistema Celular¹³

Conforme crece la demanda de servicios, se debe incrementar el número de radio bases, proporcionando una capacidad de radio adicional sin incremento del espectro de radio. Este principio es el fundamento de todos los sistemas modernos de comunicaciones inalámbricas.

¹³ <http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml>

Entre las principales características de las redes de telefonía móvil se encuentran:

Operación bajo la forma de una red de células (celdas). En vez de utilizar un transmisor de gran potencia y gran cobertura se subdivide el área de cobertura en áreas más pequeñas llamadas células que tiene como elemento central a las estaciones bases.

Las estaciones bases son instalaciones fijas que se interconectan con los teléfonos móviles de los abonados de su propia celda mediante ondas electromagnéticas de radiofrecuencia. Asimismo se comunican con las centrales móviles de su propia red o las de otras redes móviles para comunicarse con otros abonados móviles y con las centrales de telefonía fija para interconectar a los abonados móviles con los abonados de telefonía fija mediante campos electromagnéticos, por lo tanto las personas en las cercanías tanto del teléfono como de la estación base son sometidas a exposición por radiaciones electromagnéticas.

Las antenas que producen la radiación de RF, son montadas sobre postes, torres o en forma distribuida en las paredes en la parte más alta de los edificios, pues necesitan estar a cierta altura para tener una cobertura más amplia.

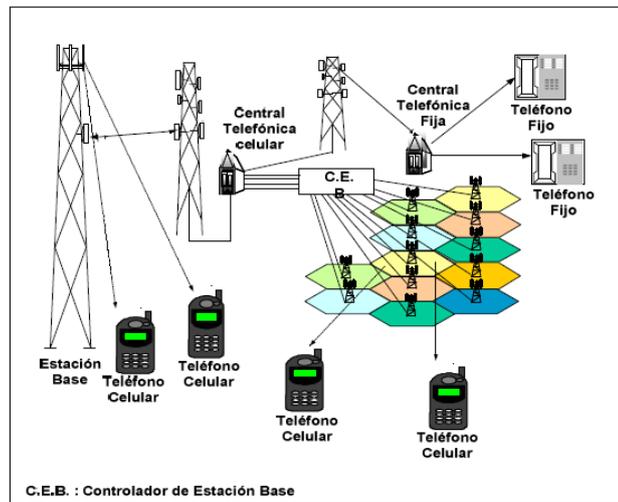


Figura III. 2. Esquema básico de un sistema de comunicaciones móviles celulares¹⁴

Cuando uno se comunica mediante un teléfono móvil, se conecta a una estación base cercana. Desde la estación base, la llamada telefónica va hacia la central de telefonía móvil que nos conecta con cualquier otro abonado móvil o con algún abonado de la telefonía fija.

Cuando se inicia el servicio en un área determinada generalmente las celdas tienen relativamente pocos abonados, utilizándose una sola antena omnidireccional (que irradia señal equitativamente en todas las direcciones) para proveer la cobertura.

Cuando los abonados se incrementan, las celdas se dividen en sectores y en lugar de utilizar una antena omnidireccional son utilizadas antenas sectoriales que irradian haces angostos de 120° (en un arreglo de tres

¹⁴ <http://www.monografias.com/trabajos40/antenas-telefonía-movil/antenas-telefonía-movil2.shtml>

lados) ó 60° (en un arreglo de seis lados). En la Figura N°11 se muestra el caso de antenas con haces de 120° .

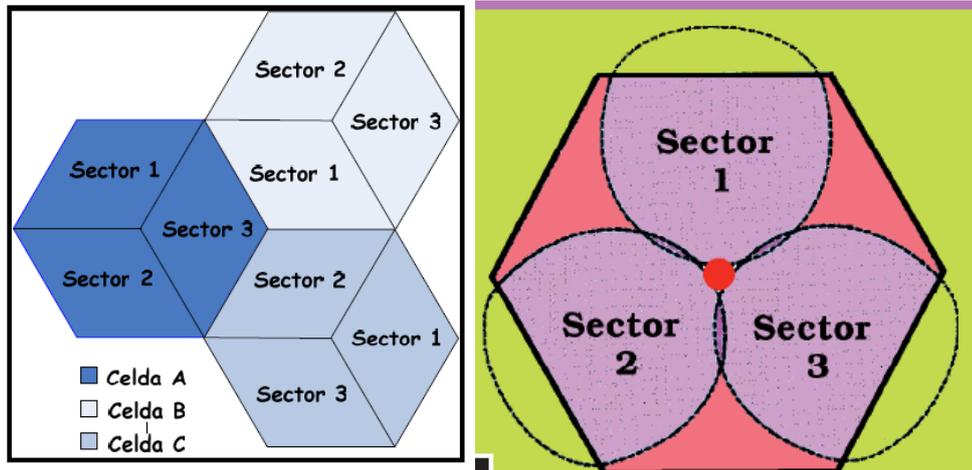


Figura III.3. Celdas sectorizadas¹⁵

La sectorización permite un pequeño incremento en la capacidad y afrontar una mayor pérdida por espacio libre debido a que la ganancia de las antenas sectoriales le da al móvil una señal más fuerte, lo que incrementa el rango de cobertura. Además, en las ciudades, la sectorización previene las reflexiones multirrayecto que podrían ocurrir si se utiliza una antena omnidireccional, debido a que en un sector las señales se envían en un haz más angosto reduciendo la posibilidad de reflexiones.

La configuración sectorizada de las estaciones bases permite utilizar menor potencia en los transmisores, debido a que una antena

¹⁵ VALLEJO, Horacio. COMO FUNCIONAN LAS COMUNICACIONES CON LOS TELEFONOS CELULARES. 5p

omnidireccional típicamente tiene una ganancia de 11dBi mientras que una antena sectorial tiene una ganancia promedio de 18dBi, permitiendo un ahorro potencial de 7 dB.

3.3. LAS ESTACIONES BASES

Las estaciones bases son las estaciones radioeléctricas de las redes de comunicaciones móviles mencionadas.

3.3.1. COMPONENTES INTERNOS Y EXTERNOS DE UNA ESTACIÓN BASE

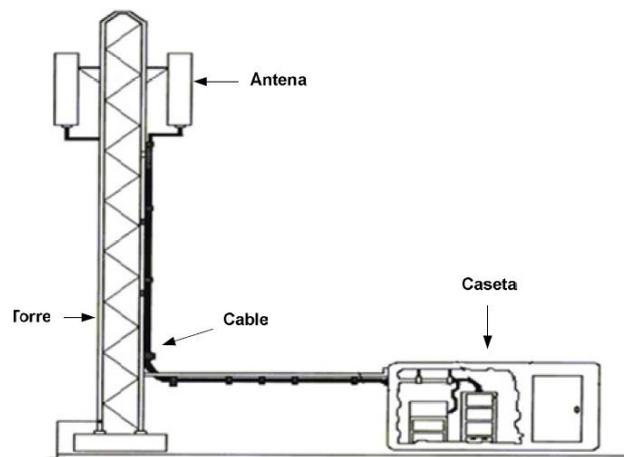


Figura III.4. Esquema general de las instalaciones de una estación base¹⁶

¹⁶ CRUZ ORNETTA, Víctor. Mediciones y evaluación de las radiaciones no ionizantes de cuarenta estaciones bases de servicios de comunicaciones móviles en la ciudad de Lima, Perú, 2005. 18p

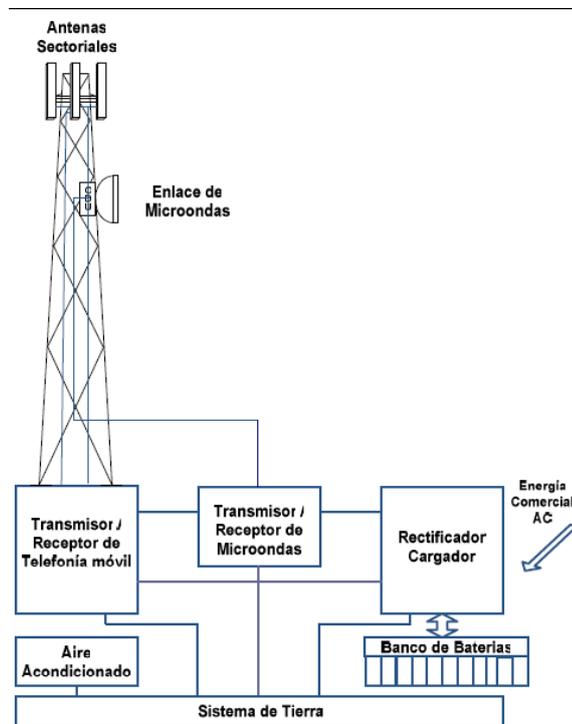


Figura III.5. Equipamiento de una estación base de telefonía móvil¹⁷

Las estaciones bases utilizan antenas omnidireccionales o sectoriales para la comunicación con los teléfonos móviles o radios (en el caso del troncalizado) y en algunos casos como alternativa a los enlaces por fibra óptica se utilizan sistemas de microondas con antenas parabólicas para el radioenlace que servirá como sistema de transporte de la información entre la estación base y la central de telefonía móvil.

¹⁷ CRUZ ORNETTA, Víctor. Mediciones y evaluación de las radiaciones no ionizantes de cuarenta estaciones bases de servicios de comunicaciones móviles en la ciudad de Lima, Perú, 2005. 18p



Figura III.6. Estaciones bases¹⁸

Antenas, en cada torre soporte es frecuente observar antenas de diferentes tipos, que proporcionan la posibilidad de transmisión. Así tenemos antenas de tipo: omnidireccionales las cuales tiene un radio de cobertura de irradiación de señales es de 360 grados; y antenas sectoriales que irradian su señal en una dirección específica y con un ángulo determinado.

Cada antena cubre una zona determinada y envía y recibe ondas electromagnéticas de todos los teléfonos móviles que se desplazan por su zona, para luego transmitir la señal a través de antenas de radioenlace o de banda ancha, y poderse comunicarse con otras radios base.

¹⁸ FUENTE: Las Autoras

3.3.2. FUNCIONES DE LAS ESTACIONES BASES

1. Coordina el tráfico dentro de la celda.
2. Procesa el tráfico saliente a la central móvil.
3. Convierte la energía eléctrica a radio y viceversa.
4. Utiliza múltiples receptores con diferentes rutas.

3.4. EVOLUCION DE LA TECNOLOGIA CELULAR

A pesar de que la telefonía celular fue concebida estrictamente para la voz, la tecnología celular de hoy es capaz de brindar otro tipo de servicios, como datos, audio y video con algunas limitaciones. Sin embargo, la telefonía inalámbrica del mañana hará posible aplicaciones que requieran un mayor consumo de ancho de banda.

3.4.1. LAS GENERACIONES DE LA TELEFONÍA CELULAR

3.4.1.1. PRIMERA GENERACIÓN G1

La primera generación de telefonía móvil (G1) funcionaba por medio de comunicaciones analógicas y dispositivos portátiles que eran relativamente grandes. Esta generación utilizaba principalmente los siguientes estándares:

AMPS (Sistema telefónico móvil avanzado): Se presentó en 1976 en Estados Unidos y fue el primer estándar de redes celulares. Utilizada principalmente en el continente americano, Rusia y Asia, la primera generación de redes analógicas contaba con mecanismos de seguridad endebles que permitían hackear las líneas telefónicas.

TACS (Sistema de comunicaciones de acceso total): Es la versión europea del modelo AMPS. Este sistema fue muy usado en Inglaterra y luego en Asia (Hong-Kong y Japón) y utilizaba la banda de frecuencia de 900 MHz.

ETACS (Sistema de comunicaciones de acceso total extendido): Es una versión mejorada del estándar TACS desarrollado en el Reino Unido que utiliza una gran cantidad de canales de comunicación.

Con la aparición de una segunda generación totalmente digital, la primera generación de redes celulares se volvió obsoleta.

3.4.1.2. SEGUNDA GENERACIÓN G2

La segunda generación de redes móviles (G2) marcó un quiebre con la primera generación de teléfonos celulares al pasar de tecnología analógica a digital. Los principales estándares de telefonía móvil de G2 son:

GSM (Sistema global para las comunicaciones móviles): El estándar más usado en Europa a fines de siglo XX y también se admite en Estados Unidos. Este estándar utiliza las bandas de frecuencia de 900 MHz y de 1800 MHz en Europa. Sin embargo, en Estados Unidos la banda de frecuencia utilizada es la de 1900 MHz. Por lo tanto, los teléfonos móviles que pueden funcionar tanto en Europa como en Estados Unidos se denominan teléfonos de tribanda.

CDMA (Acceso múltiple por división de código): Utiliza una tecnología de espectro ensanchado que permite transmitir una señal de radio a través de un rango de frecuencia amplio.

TDMA (Acceso múltiple por división de tiempo): Emplea una técnica de división de tiempo de los canales de comunicación para aumentar el volumen de los datos que se transmiten simultáneamente. Esta tecnología se usa, principalmente, en el continente americano, Nueva Zelanda y en la región del Pacífico asiático.

Gracias a la G2, es posible transmitir voz y datos digitales de volúmenes bajos, por ejemplo, mensajes de texto (SMS siglas en inglés de Servicio de mensajes cortos) o mensajes multimedia (MMS siglas en inglés de Servicio de mensajes multimedia). El estándar GSM permite una velocidad de datos máxima de 9,6 kbps.

Se han hecho ampliaciones al estándar GSM con el fin de mejorar el rendimiento. Una de esas extensiones es el servicio GPRS (Servicio general de paquetes de radio) que permite velocidades de datos teóricas en el orden de

los 114 Kbits/s pero con un rendimiento cercano a los 40 Kbits/s en la práctica. Como esta tecnología no se encuentra dentro de la categoría "G3", se la llama G2.5.

El estándar EDGE (Velocidades de datos mejoradas para la evolución global) anunciado como G2.75, cuadruplica las mejoras en el rendimiento de GPRS con la tasa de datos teóricos anunciados de 384 Kbps, por lo tanto, admite aplicaciones de multimedia. En realidad, el estándar EDGE permite velocidades de datos teóricas de 473 Kbits/s pero ha sido limitado para cumplir con las especificaciones IMT-2000 (Telecomunicaciones móviles internacionales-2000) de la ITU (Unión internacional de telecomunicaciones).

3.4.1.4. TERCERA GENERACIÓN G3

Las especificaciones IMT-2000 (Telecomunicaciones móviles internacionales para el año 2000) de la Unión internacional de telecomunicaciones (ITU) definieron las características de la G3 (tercera generación de telefonía móvil). Las características más importantes son:

- Alta velocidad de transmisión de datos.
- 144 Kbps con cobertura total para uso móvil.
- 384 Kbps con cobertura media para uso de peatones.
- 2 Mbps con áreas de cobertura reducida para uso fijo.

3.4.2. COMPATIBILIDAD MUNDIAL

Compatibilidad de los servicios móviles de G3 con las redes de segunda generación. La G3 ofrece velocidades de datos de más de 144 Kbit/s y de este modo brinda la posibilidad de usos multimedia, por ejemplo, transmisión de videos, video conferencias o acceso a Internet de alta velocidad.

Las redes de G3 utilizan bandas con diferentes frecuencias a las redes anteriores: 1885 a 2025 MHz y 2110 a 2200 MHz. El estándar G3 más importante que se usa en Europa se llama UMTS (Sistema universal de telecomunicaciones móviles) y emplea codificación W-CDMA (Acceso múltiple por división de código de banda ancha). La tecnología UMTS usa bandas de 5 MHz para transferir voz y datos con velocidades de datos que van desde los 384 Kbps a los 2 Mbps.

Tabla III.II. Tecnologías Celulares¹⁹

ESTÁNDAR	GENERACIÓN	BANDA DE FRECUENCIA	RENDIMIENTO
GSM	G2	Permite la transferencia de voz o datos digitales de bajo volumen.	9,6 kbps
GPRS	G2.5	Permite la transferencia de voz o datos digitales de volumen moderado.	21,4 a 171,2 kbps
EDGE	G2.75	Permite la transferencia simultánea de voz y datos digitales.	43,2 a 345,6 kbps
UMTS	G3	Permite la transferencia simultánea de voz y datos digitales a alta velocidad.	0,144 a 2 Mbps

¹⁹ <http://es.kioskea.net/contents/telephonie-mobile/reseaux-mobiles.php3>

3.5. ESPECTRO DE TELEFONÍA MÓVIL EN EL ECUADOR

CONECEL S.A (PORTA)

Funciona en la banda A, el grupo de frecuencias comprendido entre los siguientes rangos: 824 a 835 MHz, 845 a 846.5 MHz, 869 a 880 MHz, 890 a 891.5 MHz. Porta es en Ecuador el nombre comercial del grupo de telefonía móvil América Móvil, filial de la mejicana de telecomunicaciones TelMex.

OTECEL S.A. (MOVISTAR)

Funciona en la banda B, el grupo de frecuencias comprendido entre los siguientes rangos: 835 a 845 MHz, 846.5 a 849 MHz, 880 a 890 MHz, 891.5 a 894 MHz. Telefónica Móviles Ecuador inició sus operaciones el 14 de octubre de 2004 con la adquisición del 100% de acciones de OTECEL, S.A., concesionaria del servicio de telefonía móvil desde 1993.

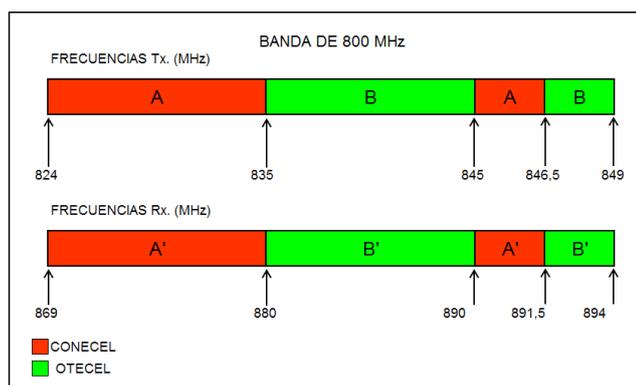


Figura III.7. Frecuencias concesionadas, Banda 800 MHz²⁰

TELECSA S.A. (ALEGRO PCS)

²⁰ Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias 2008, Banda 800MHZ

Funciona en la banda C-C' de 1900 Mhz. Sus rangos de operación son de 1895 a 1910 MHz y de 1975 a 1990 MHz. Alegro (nombre comercial de Telecsa), la compañía es propiedad de Andinatel.099246239

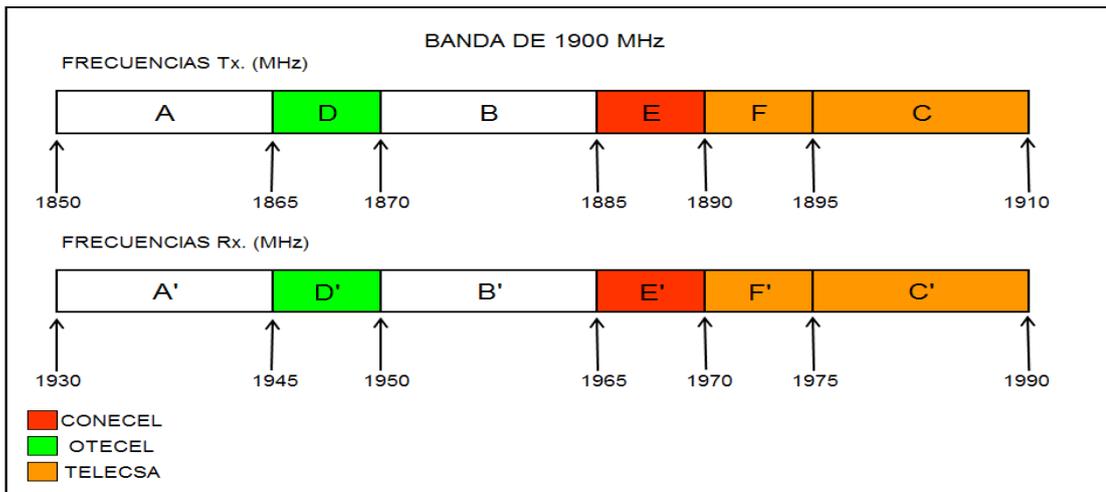


Figura III.8. Frecuencias concesionadas, Banda 1900 MHz²¹

²¹ Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias 2008, Banda 1800-1900 MHz

CAPÍTULO IV

REGLAMENTO Y NORMAS DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

4.1. RECOMENDACIONES DE LA OMS

La Organización Mundial de la Salud (OMS) es el organismo encargado de orientar y coordinar los estudios científicos, estadísticos y epidemiológicos sobre todo lo relacionado a la protección de la salud y el medio ambiente generados por centros de investigaciones e instituciones científicas en el mundo, usando esta base para emitir recomendaciones.

Con el fin de asegurar que la exposición humana a los campos electromagnéticos no tenga efectos perjudiciales para la salud y que los equipos generadores de esos campos no sean perjudiciales para la salud, se han adoptado normas internacionales. Dichas normas se elaboran luego de que grupos científicos hayan analizado pruebas de la repetición sistemática de efectos perjudiciales para la salud, hayan revisado todos los estudios y las publicaciones científicas con los resultados de institutos de investigación reconocidos a nivel internacional.

La OMS basa sus recomendaciones en los estudios de la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes ICNIRP por sus siglas en inglés. La OMS cuenta, entre sus varios proyectos, con el Proyecto EMF Internacional, que tiene el objeto de unir los esfuerzos de las instituciones científicas y centros de investigación claves a nivel internacional, para identificar y llenar los huecos que presenta el conocimiento científico en cuanto a los riesgos para la salud debidos a la exposición a las ondas electromagnéticas. A su vez, la ICNIRP es una organización científica independiente con el mandato de la OMS para proveer pautas y recomendaciones sobre los peligros para la salud de la exposición a las RNI.

En lo relativo a las radiaciones no ionizantes, la información científica producida hasta el momento por la ICNIRP, no indica la necesidad de precauciones que se deban sumar a las recomendaciones de la OMS para el uso de teléfonos móviles, o la instalación de las antenas que permiten dar cobertura a este servicio en crecimiento.

4.2. RECOMENDACIÓN DE LA ICNIRP

La Comisión Internacional para la Protección de Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) es un grupo independiente de expertos establecidos para evaluar el estado del conocimiento acerca de los efectos de la RNI en la salud y el bienestar humanos, para proporcionar asesoría, basada científicamente, en la protección contra la radiación no-ionizante incluyendo la provisión de recomendaciones para limitar la exposición. Para otras aproximaciones de protección contra probables efectos dañinos de RNI, la evaluación de la literatura por parte de ICNIRP puede servir como un valioso aporte. ICNIRP es el sucesor del Comité Internacional de la Radiación Non-ionizante (INIRC) de la Asociación Internacional para Protección de la Radiación (IRPA) desde 1992, y todavía conserva una cercana asociación con este último.

ICNIRP es un organismo de científicos independientes conformado por catorce miembros, cuatro comités científicos que cubren las áreas de Epidemiología, Biología, Dosimetría y Radiación Óptica y frecuentemente se utiliza conocimientos de expertos adicionales. El principal objetivo de la comisión es determinar los posibles efectos adversos para la salud humana como producto de la radiación no ionizante.

ICNIRP, de igual manera se encarga de informar y aconsejar sobre los peligros potenciales que produce la exposición a la radiación objeto de estudio del presente trabajo.

La comisión estudia todo lo relacionado con las radiaciones no ionizantes incluyendo radiaciones ópticas, campos eléctricos y magnéticos constantes y variables en el tiempo, radiación por radiofrecuencia y de ultra-sonido.

Los resultados de los estudios de la ICNIRP en colaboración con la Organización Mundial de la Salud se publican en forma de recomendaciones.

Los científicos de la Comisión son estudiosos de áreas muy variadas de la ciencia entre las que se incluyen dermatología, oftalmología, epidemiología, biología, fisiología, física, ingeniería eléctrica y dosimetría.

EL ICNIRP trabaja en conjunto con otras organizaciones para llevar a cabo su investigación: la Organización Mundial de la Salud, la Asociación Internacional de Protección de Radiaciones (IRPA), el Consejo Nacional Estadounidense para Protección de Radiaciones (NCRP), el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), la Comisión Internacional de Iluminación, la Comisión Internacional Electrotécnica (IEC), entre otros.

ICNIRP es una organización sin fines de lucro que puede pagar los costos organizar reuniones científicas y emitir publicaciones de su trabajo mediante dinero que recibe del IRPA ya que no acepta fondos de la industria. De igual manera recibe apoyo de gobiernos, en especial de Alemania. El resto del dinero proviene de las ventas de las publicaciones del ICNIRP y de las reuniones que organiza. Los miembros del Comité no reciben dinero por su trabajo puesto que es enteramente voluntario.

4.3. RECOMENDACIONES DE LA UIT

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de la Organización de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

En general, la normativa generada por la UIT está contenida en un amplio conjunto de documentos denominados recomendaciones, agrupados por series. Cada serie está compuesta por las Recomendaciones correspondientes a un mismo tema, por ejemplo Tarificación, Mantenimiento, etc. Aunque en las recomendaciones nunca se ordena, solo se recomienda o referencia su contenido, a nivel de relaciones internacionales, es considerado como mandatorio por las Administraciones y Empresas Operadoras.

Está compuesta por tres sectores:

UIT-T: Sector de Normalización de las Telecomunicaciones

UIT-R: Sector de Normalización de las Radiocomunicaciones

UIT-D: Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT

El UIT-T Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica recomendaciones sobre los mismos con miras a la normalizar las telecomunicaciones a nivel mundial.

En particular la serie K de la UIT-T trata sobre Protección contra las interferencias, en lo que podemos encontrar recomendaciones sobre límites de seguridad de exposición a redes de telecomunicaciones, puesta a tierra, niveles de ruido permisibles, protecciones de equipos de telecomunicaciones, normas de seguridad de instalaciones, inmunidad de equipos a sobre voltajes y sobre corrientes, etc.

En particular para el desarrollo del proyecto de mediciones de emisiones de radiaciones no ionizantes hacemos referencia a las recomendaciones ITU-T K.52 e ITU-T K.61, que se muestran a continuación. Debido al trabajo de su Comisión de Estudio 5 - CE5 (Protección Contra los Efectos Electromagnéticos del Entorno), la UIT ha formulado las siguientes recomendaciones:

4.3.1. ITU-T K.52

Esta recomendación se refiere a la orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos

La finalidad de la presente Recomendación es facilitar el cumplimiento de los límites de seguridad de las instalaciones de telecomunicación y de los teléfonos móviles u otros dispositivos que emiten radiaciones y que se utilizan muy próximos a la cabeza, cuando existe exposición de las personas a campos electromagnéticos. Presenta una orientación general, un método de cálculo y un procedimiento de evaluación de las instalaciones.

El procedimiento de evaluación y casi todo lo adjuntado en esta recomendación se basa a lo referido documentación para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos de la ICNIRP (Comisión Internacional sobre Protección frente a Radiaciones No Ionizantes), de la cual ya hemos mencionado anteriormente.

En particular tenemos la consideración de los efectos de las múltiples fuentes, en la que se requiere que las fuentes se consideren en una suma ponderada, en la que cada fuente individual se prorratee de acuerdo con el límite aplicable a su frecuencia esto es debido al diferente efecto fisiológico de las fuentes de frecuencias más bajas y las fuentes de frecuencias más altas, deben considerarse por separado.

Para la exposición simultánea a fuentes a diferentes frecuencias, el cumplimiento de los límites de exposición se evalúa utilizando las ecuaciones que siguen. Se deben satisfacer todas las condiciones para las gamas de frecuencias pertinentes:

$$\sum_{i=100KHz}^{1MHz} \left(\frac{E_i}{c}\right)^2 + \sum_{i>1MHz}^{300GHz} \left(\frac{E_i}{E_{l,i}}\right)^2 \leq 1$$
$$\sum_{j=100KHz}^{1MHz} \left(\frac{H_j}{b}\right)^2 + \sum_{j>1MHz}^{300GHz} \left(\frac{H_j}{h_{l,j}}\right)^2 \leq 1$$

E_j : es la intensidad de campo eléctrico a la frecuencia i

$E_{l,i}$: es el límite de referencia a la frecuencia i

H_j : es la intensidad de campo magnético a la frecuencia j

H_l, j : es el límite de referencia a la frecuencia j

$c = 610/f$ V/m (f en MHz) para exposición ocupacional y $87/f^{1/2}$ V/m para exposición del público en general.

$b = 24,4$ A/m para exposición ocupacional y 5 A/m para exposición del público en general.

4.3.2 ITU-T K.61

La recomendación ITU-T K.61 hace referencia Directrices sobre la medición y la predicción numérica de los campos electromagnéticos para comprobar que las instalaciones de telecomunicaciones cumplen los límites de exposición de las personas.

Esta recomendación ayuda a los operadores de telecomunicaciones a verificar el cumplimiento de las normas de exposición de las personas establecidas por las autoridades locales o nacionales. Esta recomendación proporciona orientaciones sobre los métodos de medición que pueden utilizarse para realizar una evaluación de dicho cumplimiento. También proporciona directrices sobre la selección de métodos numéricos adecuados para predecir la exposición de las personas en varias situaciones.

La aplicación más importante de esta recomendación se refiere a las mediciones, en lo cual para el desarrollo de este proyecto se tomo en cuenta la

consideración respecto a los equipos y sus características. Los equipos o dispositivos de banda ancha son medidores selectivos en frecuencia en bandas amplias utilizando una pequeña antena de banda ancha (por ejemplo, bicónica, de bocina, etc.) o empleando dispositivos más sofisticados y costosos (por ejemplo, de tres ejes, etc.).

En lo que respecta a la directividad de la antena menciona que se utilice dispositivos isótropos, donde la respuesta sea independiente de la dirección del campo electromagnético incidente. La respuesta isótropa normalmente se logra mediante un sistema de antenas triaxial donde los tres ejes están dispuestos de forma que sean mutuamente ortogonales.

Referente a la cantidad medida tenemos que en la región de campo lejano y cercano en topologías cerradas y abiertas, es posible medir la componente de campo eléctrico o la componente de campo magnético y determinar la densidad de potencia equivalente. Sin embargo, se prefiere normalmente los dispositivos de medición de la componente de campo eléctrico.

4.4. RECOMENDACIONES DEL CENELEC

El Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC) es la responsable de la estandarización europea en las áreas de ingeniería eléctrica, que tiene como 28 países miembros y a 7 países afiliados, formando así parte del sistema europeo de normalizaciones técnicas de dicho continente.

Las áreas prioritarias de normalización de CENELEC son aquellas en las que se determinan la seguridad y la libre circulación de productos y servicios, o aquellas que están directa o indirectamente relacionadas con las directivas de la Unión Europea. Dentro de estas áreas, destacan las siguientes:

El desarrollo y la implantación en Europa de un conjunto de normas electrotécnicas europeas que, en la medida de lo posible, sean totalmente conformes con las normas internacionales.

Las propuestas y los proyectos en mejora de la explotación de electrotécnica, por los socios, colaboradores, las asociaciones de consumidores y los representantes sociales y económicos de CENELEC.

Regular peticiones por parte de la industria y las autoridades correspondientes a la creación de normas necesarias para la libre circulación o certificación de componentes electrónicos. Cabe recalcar que las normas CENELEC, son normas reconocidas y de influencia internacional, pero de aplicación solo en sus países miembros y afiliados. En particular referenciamos las normas EN 54000 y EN 50383 porque dan nuevas perspectivas en la utilización de instrumentación y realización de mediciones.

4.4.1. EN 54000

La CENELEC EN 54000 se refiere a las rutas alternativas para determinar la proporción total de exposición donde el público en general tiene acceso. El método de evaluación que utilizamos es referente al índice de exposición total determinado en las áreas pertinentes en donde el público en general tiene acceso (es decir, en el ámbito de la investigación).

La evaluación se realizará, en particular, cerca de cualquier frontera física que limita el acceso público a la zona alrededor del equipo sometido a prueba o las fuentes de referencia. El cálculo y métodos de medición dependen de la posición del punto de la investigación relativa a la antena de origen. En el campo cercano radiante y en el campo lejano, los cálculos y mediciones se pueden hacer mediante los valores de intensidad de campo eléctrico, magnético o densidad de potencia.

En cada punto de investigación, el valor de exposición total será el promedio de la exposición determinado en cada una de tres alturas en las aéreas donde el público en general tiene acceso.

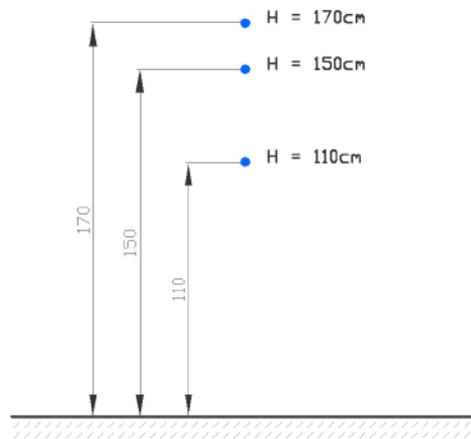


Figura IV.2. Localización de las tres alturas para cada punto de investigación²²

4.4.2. EN 50383

CENELEC EN 50383 es la norma básica para el cálculo y medición de la intensidad del campo electromagnético y SAR²³ relacionada con la exposición de las estaciones de radio base y estaciones terminales fijas para el sistema de telecomunicaciones inalámbricas (110 MHz - 40 GHz).

El objetivo de esta norma es especificar, para dicho equipo, el método para la evaluación de las mediciones de acuerdo con el cumplimiento de las restricciones básicas (directa o indirectamente con los niveles de referencia) relacionados con la exposición humana a campos electromagnéticos de radiofrecuencia. Entre los métodos investigación de referencia en esta norma tenemos la evaluación referente al escaneo o medición de espacio volumétrico.

²² CENELEC EN 54000

²³ SAR es la tasa de absorción específica es una medida de la potencia máxima con que un campo electromagnético de radiofrecuencia es absorbido por el tejido vivo. Se emplea para frecuencias entre 100 kHz y 100 GHz.

Las mediciones directas de campos eléctricos y magnéticos se hacen en el punto suficiente de investigación en un volumen que rodea el equipo sometido a prueba para establecer el cumplimiento de los límites. La instrumentación del escaneo de volumen consta de una sonda isotrópica y una estructura para disponer de los equipos bajo prueba, en la cual la sonda ejecuta un movimiento tridimensional en un lugar de prueba apropiado.

El siguiente equipo puede ser necesario:

1. Sonda isotrópica.
2. Estructura de soporte para la sonda isotrópica.
3. Equipos bajo prueba.
4. Sintetizador y el amplificador.
5. Controlador de la sonda isotrópica.
6. Otros receptores o dispositivos de medición.
7. Un computador puede ser usado para controlar el equipo de medición.

El equipo de ensayo deberá colocarse de manera de no influir en las mediciones. El muestreo del volumen se logra mediante desplazamiento de rotación, entre la estructura de soporte de la sonda y el equipo bajo prueba como se muestra en la siguiente figura.

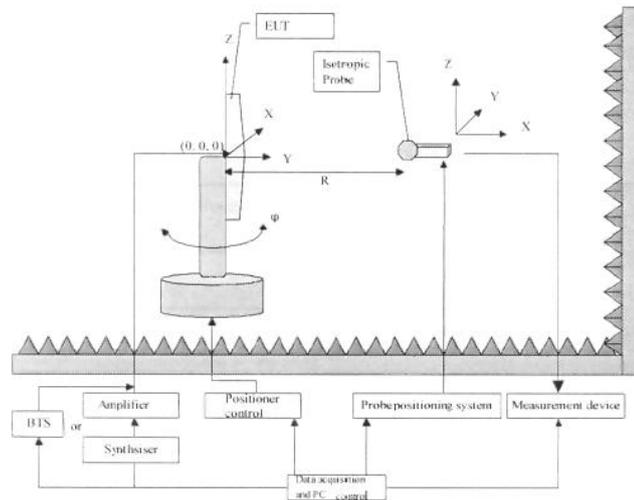


Figura IV.3. Representación del método de evaluación de volumen²⁴

4.5. RECOMENDACIÓN DE LA CITEL

La Comisión Interamericana De Telecomunicaciones (Citel) Este organismo depende de Organización de los Estados Americanos (OEA) y ha emitido la recomendación CCP.II/REC.15 (VI-05), la que fue formulada a través de su Grupo de Trabajo Relativo a los Aspectos Técnicos y Regulatorios de los efectos de las Radiaciones Electromagnéticas No Ionizantes, y aconseja ajustarse a las recomendaciones de la OMS, UIT y la ICNIRP.

²⁴ CENELEC EN 50383

4.6. CRITERIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE SUS LÍMITES DE EXPOSICIÓN

Con el fin de establecer límites de protección, los científicos del ICNIRP realizaron estudios de la teoría de las radiaciones no ionizantes y se procedió a establecer la credibilidad de dicha teoría.

Dentro de la evaluación únicamente se tuvieron en cuenta los efectos considerados como bien establecidos. De hecho, no se consideró como bien establecida a la teoría de que la exposición crónica a campos electromagnéticos (CEM) pueda inducir la formación de ciertas enfermedades debido a que son efectos a largo plazo.

Los límites ICNIRP están basados en efectos inmediatos sobre la salud entre los cuales están: estimulación de nervios periféricos y músculos, shocks y quemaduras ocasionadas por contacto con objetos conductores, y también incrementos de temperatura en los tejidos que han absorbido energía por ser expuestos a CEM.

Los efectos a largo plazo no fueron considerados por ICNIRP puesto que la información disponible no es suficiente para poder verificar su validez a pesar de que ciertos investigadores afirman que existe una relación entre la exposición a campos electromagnéticos de baja frecuencia (50 o 60 Hz) con valores menores que los recomendados por la ICNIRP.

En la siguiente tabla se muestra los límites establecidos por el ICNIRP con relación a campos eléctricos y magnéticos hasta los 10 GHz:

Tabla IV.VIII. Límites establecidos por el ICNIRP²⁵

Características de la exposición	Rango de Frecuencias	Densidad de Corriente para cabeza y tronco (mA m ⁻²) (rms)	SAR promedio en todo el cuerpo (Wkg ⁻¹)	SAR localizado cabeza y tronco (Wkg ⁻¹)	SAR localizado (extremidades) (Wkg ⁻¹)
Exposición ocupacional	hasta 1 Hz	40	-	-	-
	1 – 4 Hz	40/F	-	-	-
	4 Hz - 1 kHz	10	-	-	-
	1 – 100 kHz	F/100	-	-	-
	100 kHz - 10 MHz	F/100	0,4	10	20
	10 MHz - 10 GHz	-	0,4	10	20
Exposición al público en general	hasta 1 Hz	8	-	-	-
	1 – 4 Hz	8/F	-	-	-
	4 Hz - 1 kHz	2	-	-	-
	1 – 100 kHz	F/500	-	-	-
	100 kHz - 10 MHz	F/500	0,08	2	4
	10 MHz - 10 GHz	-	0,08	2	4

F es la frecuencia en Hz debido a que el cuerpo humano no es eléctricamente homogéneo, las densidades de corriente deberían ser promediadas sobre una sección transversal de 1 cm², perpendicular a la dirección de la corriente.

Para frecuencias hasta 100 kHz, los valores de la densidad de corriente pico pueden obtenerse multiplicando el valor rms (de la Tabla 2.1) por 1,414. Para pulsos de duración tp, la frecuencia equivalente a aplicarse en las restricciones básicas debería ser calculado según: $F = 1/(2tp)$.

²⁵ <http://www.electromagazine.com.uy/antiores/numero19/rfysalud19.htm>

Para frecuencias hasta 100 kHz y para campos magnéticos pulsantes, la densidad de corriente máxima asociada con los pulsos puede ser calculada de los tiempos de subida / bajada y la máxima tasa de cambio de la densidad de flujo magnético. Luego la densidad de corriente inducida puede ser comparada con la restricción básica apropiada, todos los valores del SAR, deben ser promediados sobre cualquier periodo de 6 minutos.

La masa para promediar el SAR localizado es cualquier tejido contiguo de 10 g de masa; el máximo SAR así obtenido debería ser el valor usado para la estimación de la exposición.

Para pulsos de duración t_p , la frecuencia equivalente a aplicarse en las restricciones básicas debería ser calculado según: $F = 1/(2t_p)$. Adicionalmente en el rango de frecuencias de 0,3 a 10 GHz y para exposición localizada en la cabeza, con el objeto de evitar el efecto auditivo causado por la expansión termoelástica, se recomienda una restricción básica adicional. Esta restricción es que la SA promediada sobre 10 g de tejido no debe exceder 10 mJ kg^{-1} para trabajadores y 2 mJ kg^{-1} para el público en general.

A pesar de que los países en su mayoría acatan las normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud respecto a los límites para protección de radiaciones no ionizantes con ligeras variaciones, existen otros países que toman valores distintos a los establecidos por el ICNIRP. Ejemplo de lo mencionado se presenta en la siguiente tabla para frecuencias utilizadas en comunicaciones móviles:

Tabla IV.IX. Valores Límites de densidad de potencia para telefonía celular²⁶

FRECUENCIA (MHz)	ICNIPR	ESTADOS UNIDOS	ITALIA	RUSIA
800	0.425	0.53	0.01	0.01
1900	0.95	1	0.01	0.01

Los límites establecidos en el cuadro anterior por el ICNIRP y en Estados Unidos por la FCC (Comisión Federal de Comunicaciones) están basadas en un efecto térmico producido por la exposición a RNI y ajustado por un valor de seguridad. Por otro lado, los valores de Rusia e Italia están basados en efectos no térmicos sino más bien en el Principio de Precaución recomendado por la Organización Mundial de la Salud generando así valores menores pero más restrictivos.

²⁶ <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/207/5/Capitulo%202.pdf>

4.7. LÍMITES DE EXPOSICIÓN

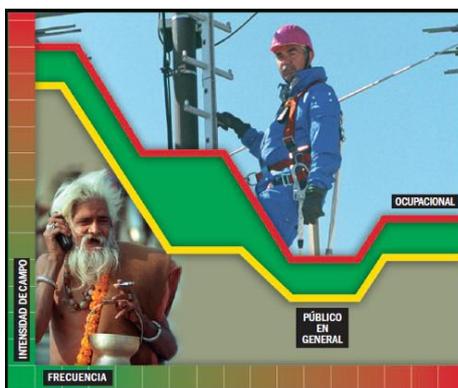


Figura IV.4. Representación de los límites de exposición a campo electromagnético²⁷

Las limitaciones en la exposición a radiofrecuencias la dividimos según la población. La población expuesta ocupacionalmente consiste de adultos que generalmente están expuestos bajo condiciones conocidas y que son entrenados para estar conscientes del riesgo potencial y para tomar las protecciones adecuadas. En contraste, el público en general comprende individuos de todas las edades y de estados de salud variables, y puede incluir grupos o individuos particularmente susceptibles.

En muchos casos los miembros del público no están conscientes de su exposición a los campos electromagnéticos. Más aún, no se puede esperar que los miembros individuales del público, tomen precauciones razonables para minimizar o evitar su exposición. Son estas consideraciones que soportan la adopción de restricciones más estrictas a la exposición del público que para la exposición de la población expuesta ocupacionalmente.

²⁷ Estableciendo un diálogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos. Organización Mundial de la Salud

4.7.1. LÍMITES DE EXPOSICIÓN POBLACIONAL

En el siguiente gráfico se muestra los límites de exposición poblacional de radiaciones no ionizantes en magnitud de intensidad del campo eléctrico en respuesta a la frecuencia.

En el análisis de los resultados de las mediciones de radiaciones no ionizantes realizado en este proyecto se toma de referencia los límites de exposición poblacional según la ICNIRP.

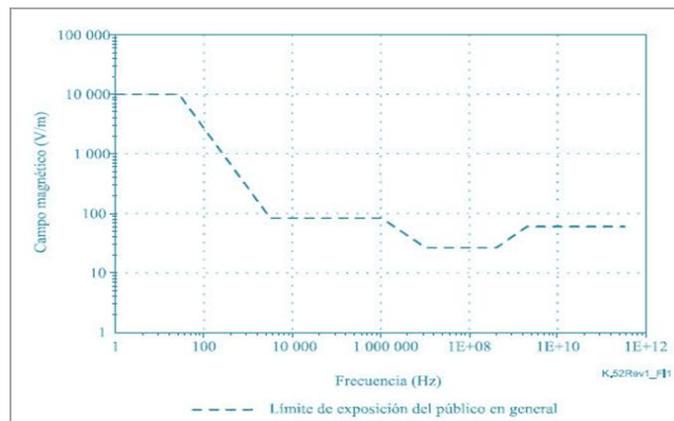


Figura IV.5. Límites de exposición poblacional E [V/m] Vs f [Hz]²⁸

4.7.2. LÍMITES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

En el siguiente gráfico se muestra los límites de exposición ocupacional de radiaciones no ionizantes en magnitud de intensidad del campo eléctrico en respuesta a la frecuencia. Como se resalta anteriormente los límites de exposición ocupacional difieren a los poblacionales, ya que en el campo

²⁸ Recomendaciones para limitar la Exposición a campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 GHz). ICNIRP

ocupacional existe conciencia del riesgo y protección sobre los mismos, y por lo tanto los límites son más alto.

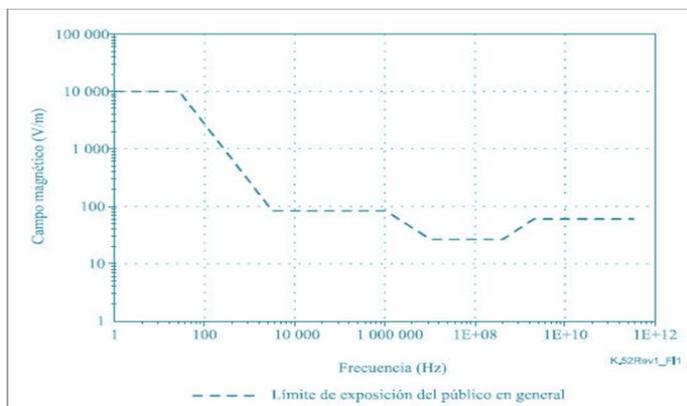


Figura IV.6. Límites de exposición ocupacional E [V/m] Vs f [Hz]²⁹

4.8. RESTRICCIONES BÁSICAS Y NIVELES DE REFERENCIAS

Las restricciones en los efectos de la exposición son basadas en los efectos sobre la salud ya establecidos y son llamadas restricciones básicas. Dependientes de la frecuencia, las cantidades físicas usadas para especificar las restricciones básicas de la exposición a los campos electromagnéticos, son la densidad de corriente, tasa de absorción específica, la densidad de potencia. La protección contra efectos adversos sobre la salud requiere que estas restricciones básicas no sean excedidas. Los niveles de referencia de la exposición son proveídos para comparación con valores medidos de cantidades físicas. El cumplimiento con todos los niveles de referencia dados en estas recomendaciones asegurara el cumplimiento de las restricciones básicas. Si los valores medidos son más altos que los niveles de referencia, no

²⁹ Recomendaciones para limitar la Exposición a campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 GHz). ICNIRP

necesariamente implica que las restricciones básicas son excedidas, pero si es necesario un análisis más detallado para evaluar el cumplimiento de las restricciones básica.

En la justificación general de los factores de seguridad hay información insuficiente sobre los efectos biológicos producidos en personas y en animales de experimento debido a la exposición a campos electromagnéticos como para proporcionar factores de seguridad estricta para todos los rangos de frecuencia y todas las modulaciones. Adicionalmente, parte de la incertidumbre con respecto al factor de seguridad apropiado proviene de la falta de conocimiento concerniente a la apropiada dosimetría. Las siguientes variables fueron consideradas para determinar los factores de seguridad para campos de alta frecuencia:

Efectos debido a la exposición a campos electromagnéticos bajo condiciones ambientales adversas (temperaturas altas, etc.), y/o niveles de actividad altos.

La sensibilidad térmica potencialmente más alta en ciertos grupos de la población tales como las personas frágiles y/o ancianas, los infantes y los niños pequeños, y gente con enfermedades o que están tomando medicinas que comprometen su tolerancia térmica.

Los siguientes factores adicionales fueron tomados en cuenta para la obtención de los niveles de referencia para campos de alta frecuencia. La absorción de la energía electromagnética varía según el tamaño y la orientación del campo. Se puede producir una mayor absorción localizada de la energía, debido a la reflexión, concentración y dispersión del campo incidente.

Los niveles de referencia son obtenidos, cuando es apropiado, a partir de las restricciones básicas mediante el uso de modelos matemáticos y por extrapolación de los resultados de las investigaciones en frecuencias específicas.

Para el caso de campos de baja frecuencia, se desarrollaron diversos modelos de medición y de cómputo para derivar los niveles de referencia de intensidad de campo a partir de las restricciones básicas, para el resto de frecuencia se tomo en cuenta los niveles de referencias establecidos por ICNIRP en el recomendaciones para limitar la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos de hasta 300 GHz, como se muestra en los literales a continuación.

4.8.1. NIVELES DE REFERENCIA PARA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS

Tabla IV. X. Niveles de Referencia campo eléctrico, magnético y densidad de potencia, para exposición ocupacional³⁰

Tipo de exposición	Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Intensidad de campo magnético (A/m)	Densidad de potencia de onda plana equivalente S_{eq} (W/m ²)
Ocupacional	Hasta 1 Hz	-	2×10^5	-
	1-8 Hz	20 000	$2 \times 10^5/f^2$	-
	8-25 Hz	20 000	$2 \times 10^4/f$	-
	0,025-0,82 kHz	$500/f$	$20/f$	-
	0,82-65 kHz	610	24,4	-
	0,065-1 MHz	610	$1,6/f$	-
	1-10 MHz	$610/f$	$1,6/f$	-
	10-400 MHz	61	0,16	10
	400-2000 MHz	$3f^{1/2}$	$0,008f^{1/2}$	$f/40$
	2-300 GHz	137	0,36	50

³⁰ Recomendaciones para limitar la Exposición a campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 GHz). ICNIRP

4.8.2. NIVELES DE REFERENCIA PARA EXPOSICIÓN POBLACIONAL A CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS

Tabla IV. XI. Niveles de Referencia campo eléctrico, magnético y densidad de potencia, para exposición poblacional³¹

Tipo de exposición	Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Intensidad de campo magnético (A/m)	Densidad de potencia de onda plana equivalente S_{eq} (W/m ²)
Público en general	Hasta 1 Hz	–	2×10^4	–
	1-8 Hz	10 000	$2 \times 10^4/f^2$	–
	8-25 Hz	10 000	$5000/f$	–
	0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	–
	0,8-3 kHz	$250/f$	5	–
	3-150 kHz	87	5	–
	0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	–
	1-10 MHz	$87f^{1/2}$	$0,73/f$	–
	10-400 MHz	28	0,073	2
	400-2000 MHz	$1,375f^{1/2}$	$0,0037f^{1/2}$	$f/200$
	2-300 GHz	61	0,16	10

4.9. NIVELES DE REFERENCIA PARA EL ESPECTRO DE RADIOFRECUENCIA A ANALIZAR

En el espectro radiofrecuencia a analizar tenemos; la banda de los 800 MHz de la Telefonía Móvil asignado en Ecuador. A continuación se muestra una tabla de límites de referencia radiofrecuencia a analizar calculados según la recomendación de ICNIRP.

³¹ Recomendaciones para limitar la Exposición a campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 Ghz). ICNIRP

Tabla IV. XII. Niveles de referencia de intensidad de campo eléctrico para exposición poblacional de rangos de frecuencia a analizar³²

TIPO DE EXPOSICIÓN	FRECUENCIAS	INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO	INTENSIDAD DE CAMPO MAGNÉTICO	DENSIDAD DE POTENCIA DE ONDA PLANA EQUIVALENTE
	f (MHz)	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
Ocupacional	850	87,46427842	0,233238076	21,25
	869	88,43641784	0,235830448	21,725
	870	88,48728722	0,235966099	21,75
	880	88,9943818	0,23731835	22
	890	89,49860334	0,238662942	22,25
	891,5	89,5739918	0,23886398	22,2875
Poblacional	850	40,08779428	0,10787261	4,25
	869	88,43641784	0,235830448	21,725
	870	88,48728722	0,235966099	21,75
	880	40,7890917	0,10975974	4,4
	890	89,49860334	0,238662942	22,25
	891,5	41,0547462	0,11047459	4,4575
Ocupacional	1900	130,7669683	0,348711915	47,5
	1945	132,306462	0,35281723	48,625
	1965	132,9849616	0,354626564	49,125
Poblacional	1900	59,93486047	0,161279261	9,5
	1945	60,6404619	0,16317797	9,725
	1965	60,95144071	0,164014786	9,825

³² FUENTE: Las Autoras

4.10. REGULACIÓN NACIONAL

El primero de enero de 2005, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) emitió el REGLAMENTO DE PROTECCION DE EMISIONES DE RADIACION NO IONIZANTE GENERADAS POR USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO, en el cual se establecen Límites de Protección frente a Radiaciones no Ionizantes y cuyo principal objetivo es establecer los Límites de protección de Emisión de RNI establecidos en la recomendación UIT-TK52 de la UIT para ambientes no controlados, lugares de presencia del público en general.

Tabla IV. XIII. Límites de referencia en el Ecuador³³

BANDAS	W/m ²	mW/cm ²
Banda 800 MHz	4	0,425
Banda 1900 MHz	9,5	0,95

4.10.1 TIPOS DE EXPOSICIÓN A RADIACIONES NO IONIZANTES

El tipo de exposición al que se somete la población diariamente se clasifica en:

- Exposición Ocupacional
- Exposición Poblacional

³³ FUENTE: Las Autoras

4.10.1.1 EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

Se aplica a situaciones en las que las personas que están expuestas como consecuencia de su trabajo han sido advertidas del potencial de exposición a emisiones RNI y pueden ejercer control sobre la misma. La exposición ocupacional también se aplica cuando la exposición es de naturaleza transitoria, resultado del paso ocasional por un lugar en el que los límites de exposición puedan ser superiores a los límites establecidos, para la población en general, ya que la persona expuesta ha sido advertida del potencial de exposición y puede controlar ésta, abandonando la zona o adoptando las debidas seguridades.

4.10.1.2. EXPOSICIÓN POBLACIONAL

Se define como la exposición poblacional a los niveles de emisiones de radiación no ionizantes que se aplican a la población o público en general cuando las personas expuestas no puedan ejercer control sobre dicha exposición. Los límites máximos de exposición a las emisiones de RNI generadas por uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico establecidos en el Reglamento vigente para Ecuador se basan en los valores establecidos en la Recomendación UIT-T K.52 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Dichos valores se muestran en la tabla siguiente:

Tabla IV. XIV. Límites máximos de exposición a las emisiones de RNI³⁴

Tipo de exposición	Rango de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico e(v/m)	Intensidad de campo magnético h(a/m)	Densidad de potencia de onda plana equivalente s(w/m ²)
Ocupacional	Hasta 1 Hz	----	2×10^5	----
	1-8 Hz	20000	$2 \times 10^5 / f^{2*}$	---
			0.053	
	8-25 Hz	20000	$2 \times 10^4 / f^*$	---
			0.053	
	0.025-0.82 KHz	500/f	$20 / f^*$	---
			$1.32 / f$	
	0.82-65 KHz	610	24.4^*	---
			1.6	
	0.065-1MHz	610	$1.6 / f$	---
0.16				
1-10MHz	$610 / f$	$1.6 / f$	---	
10-400MHz	61	0.16	10	
400-2000MHz	$3f^{1/2}$	$0.008f^{1/2}$	$f/40$	
2-300 GHz	137	0,36	50	

³⁴ FUENTE: Las Autoras

Tabla IV. XV. Límites máximos de exposición a las emisiones de RNI (Continuación)

Tipo de exposición	Rango de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico e(v/m)	Intensidad de campo magnético h(a/m)	Densidad de potencia de onda plana equivalente s(w/m ²)
Poblacional	Hasta 1 Hz	---	2×10^4	
	1-8 Hz	10000	$2 \times 10^4 f^{2*}$	---
			26.52	
	8-25 Hz	10000	$5000/f^*$	---
			26.52	
	0.025-0.8 KHz	250/f	$4/f$	---
			$0.66/f$	
	0.8-3 KHz	250/f	5^*	---
			$0.66/f$	
	3-150KHz	87	5^*	---
			0.23	
0.15-1MHz	87	$0.73/f^*$	---	
		0.23		
1-10MHz	$87/f^{1/2}$	$0.73/f^*$	---	
		$0.23/f^{1/2}$		
10-400MHz	28	0.73	2	
400-2000MHz	$1.375f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	f/200	
2-300 GHz	61	0.16	10	

Los valores de intensidad de campo eléctrico y campo magnético están relacionados entre sí mediante la ecuación: $H = E / 377$. En la tabla IV.VII. se marcaron con un asterisco (*) los valores que no cumplen con la relación

descrita y se añadió una celda debajo del valor con el dato que sí lo cumple.

Donde:

Los valores límites señalados en esta tabla corresponden a valores eficaces (RMS) sin perturbaciones.

f es la magnitud de la frecuencia indicada en la columna rango de frecuencias; se deben omitir las unidades al momento de hacer el cálculo del límite respectivo. Para las frecuencias entre 100 kHz y 10 GHz, el período de tiempo en el que se debe realizar la medición será de 6 minutos. Para las frecuencias superiores a 10 GHz; el período de tiempo en el que se debe realizar la medición será $68/f^{1.05}$ minutos.

El Reglamento de igual manera toma en cuenta el procedimiento que debe seguirse para realizar las mediciones de las estaciones radioeléctricas en el país.

4.11. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS DE MEDICIONES DE RADIACIONES NO IONIZANTES

4.11.1. APLICACIÓN DE RECOMENDACIONES

Para el desarrollo de mediciones de radiaciones no ionizantes se utiliza normas internacionalmente reconocidas, las cuales ayudan a solventar la correcta funcionalidad de las mismas. Entre las más destacadas tenemos la Recomendación para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos de la ICNIRP, también las recomendaciones ITU-T K.52 e ITU-T K.61 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, estas tres últimas que son parte de la referencia técnica del reglamento sobre Protección de Radiación de Emisiones de Radiación No Ionizantes generadas por el uso del espectro de frecuencias del espectro radioeléctrico, vigente en el Ecuador.

La aplicación de las normas europeas EN5400 y EN50383, resultarían nuevas en nuestro país, ya que estas hacen referencias a pequeñas variaciones en el método de medición y en la instrumentación de los mismos.

La aplicación de las normas antes mencionadas, junto a la disponibilidad de equipos proporcionados por la Superintendencia de Telecomunicaciones, hizo posible las mediciones. En el Reglamento de Protección de Emisiones de Radiación no Ionizante generadas por el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico, que se encuentra vigente en nuestro país, se establece que el método de medición de las Radiobases celulares es el siguiente:

4.11.2. PROCEDIMIENTO

Como paso previo a la medición se llevará a cabo un levantamiento visual del lugar de instalación del sistema irradiante, y se tomarán fotografías para dar una vista panorámica del entorno de la antena considerada. Se deberá efectuar la medición en los puntos accesibles al público donde la misma sea prácticamente realizable.

A efectos de evitar posibles acoplamientos capacitivos, los puntos de medición deben encontrarse a una distancia no inferior a 20 cm de cualquier objeto. Se calculará el punto de frontera entre el campo cercano y el campo lejano al fin de medir:

- En el campo lejano el campo eléctrico E o el campo magnético H.
- En el campo cercano el campo eléctrico E y el campo magnético H.

Considerando que el punto de frontera está dado por el máximo entre:

$$\text{Max}\left(3\lambda; \frac{2D^2}{\lambda}\right) \text{ Ecuación 4.1}$$

Donde:

D: Es la longitud mayor de la antena (m)

λ : Longitud de onda. (m)

Las mediciones deben considerar los paneles de radiación de las antenas de la estación base (perfiles), y distancias de aproximadamente 2, 12, 50 y 100 metros desde el soporte de la estación base. Se debe medir por un período de 6 minutos.

4.11.4. MÉTODO DE MEDICIÓN

El encargado de realizar las medidas correspondientes deberá colocarse en el límite del cálculo teórico de la zona ocupacional y la zona poblacional, (que sea físicamente realizable), cubriendo un área radial cada 30 grados. Si el resultado de la medición es superior a los límites establecidos en el Reglamento vigente ecuatoriano, se deberá continuar midiendo hasta encontrar el punto que permita cumplir con los límites establecidos. Para cada uno de los radiales deberá cubrirse lo establecido en el punto.

Una vez establecidos y cumplidos los límites máximos de exposición se procederá con levantamiento de la señalización que sea visible al público en general y a los operarios en el caso de la zona de rebasamiento. Los puntos de medición deberán quedar perfectamente definidos sobre el croquis a presentar en el informe técnico de inspección, con el fin de permitir la realización de controles periódicos. En los casos que corresponda, las mediciones se realizarán en las horas de mayor tráfico, para lo cual el concesionario deberá poner a disposición de la SUPERTEL la información que requiera.

ESQUEMA DE LAS ZONAS

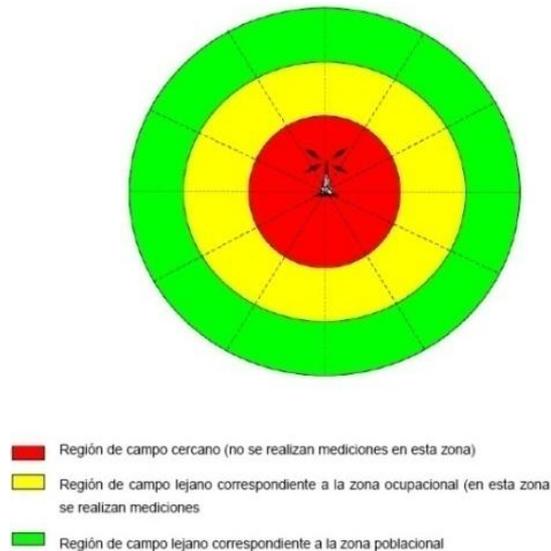


Figura IV.6. Esquema de zona de medición³⁵

En concordancia con el procedimiento establecido anteriormente, el proceso aplicado por la Intendencia Regional Norte de la Superintendencia de Telecomunicaciones, la cual es la encargada de realizar mediciones de radiaciones no ionizantes en la ciudad de Quito, maneja un procedimiento de medición que se establece a continuación:

Primero se debe llevar a cabo un levantamiento visual del lugar de instalación de la radiobase celular, y se toman fotografías del entorno.

Se determinan los puntos en donde se realizarán las mediciones. Dichos lugares deben ser accesibles al público aunque no deben estar a menos de 20

³⁵ REGLAMENTO DE PROTECCION DE EMISIONES DE RADIACION NO IONIZANTE GENERADAS POR USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO

cm. de cualquier objeto con el fin de evitar acoplamientos capacitivos. Se procederá a medir el campo eléctrico E y el campo magnético H tanto en el campo cercano como en el campo lejano.

En el lugar donde se procederá a realizar las mediciones, se deben determinar fuentes diferentes de radiofrecuencia, tipos de emisión y características de irradiación. Se procede a determinar el protocolo de medición más apropiado para la radiobase en cuestión, y el equipo de medición necesario que se ajuste más a las necesidades del entorno (banda ancha o banda angosta).

Una vez se ha decidido el tipo de medición en base a los equipos con los que se dispone, se deben tener en cuenta estos aspectos:

Determinación del esquema de medición, ya sea de campo cercano o campo lejano. Las mediciones de campo cercano abarcan los campos E y H, si se mide Campo Lejano se medirá exclusivamente E y se obtiene la densidad de potencia, S. En la región de campo cercano la configuración de las componentes de los campos eléctricos y magnéticos es generalmente desconocida. Por ello, se deberá, en todos los casos, realizar la medición de dichos campos en forma separada. El encargado de realizar las medidas correspondientes deberá colocarse en el límite del cálculo teórico de la zona ocupacional y la zona poblacional, cubriendo un área radial cada 30 grados.

En los casos que corresponda, las mediciones se realizarán en las horas de mayor tráfico.

CAPÍTULO V

EFFECTOS DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS EN LA SALUD

5.1. EFECTOS DE LOS CAMPOS EN LA SALUD

Debido al hecho de que la población no tiene claro si las radiaciones electromagnéticas denominadas “no ionizantes” provenientes de las antenas celulares son perjudiciales para la salud humana, es necesario realizar estudios con el fin de establecer límites de seguridad que otorguen seguridad a la población ya que el mundo moderno exige que las comunicaciones inalámbricas crezcan diariamente.

Dentro de los estudios deben ser tomados en cuenta factores que afectan a la población entre los que se mencionan:

- Exposición a radiaciones no ionizantes en ambientes con temperaturas extremas.
- Mayor sensibilidad a las radiaciones no ionizantes en ciertos grupos de la población como niños y ancianos.
- Diferenciación en la absorción de la energía electromagnética en base a la complejidad de cada individuo.

La exposición a campos electromagnéticos no es un fenómeno nuevo. Sin embargo, en el siglo XX la exposición ambiental ha aumentado de forma continua conforme la creciente demanda de electricidad, el constante avance de las tecnologías y los cambios en los hábitos sociales han generado más y más fuentes artificiales de campos electromagnéticos. Todos estamos expuestos a una combinación compleja de campos eléctricos y magnéticos débiles, tanto en el hogar como en el trabajo, desde los que producen la generación y transmisión de electricidad, los electrodomésticos y los equipos industriales, a los producidos por las telecomunicaciones y la difusión de radio y televisión.

En el organismo se producen corrientes eléctricas minúsculas debidas a las reacciones químicas de las funciones corporales normales, incluso en ausencia de campos eléctricos externos. Por ejemplo, los nervios emiten señales mediante la transmisión de impulsos eléctricos. En la mayoría de las reacciones bioquímicas, desde la digestión a las actividades cerebrales, se produce una reorganización de partículas cargadas. Incluso el corazón presenta actividad eléctrica, que los médicos pueden detectar mediante los electrocardiogramas.

Los campos eléctricos de frecuencia baja influyen en el organismo, como en cualquier otro material formado por partículas cargadas. Cuando los campos eléctricos actúan sobre materiales conductores, afectan a la distribución de las cargas eléctricas en la superficie. Provocan una corriente que atraviesa el organismo hasta el suelo.

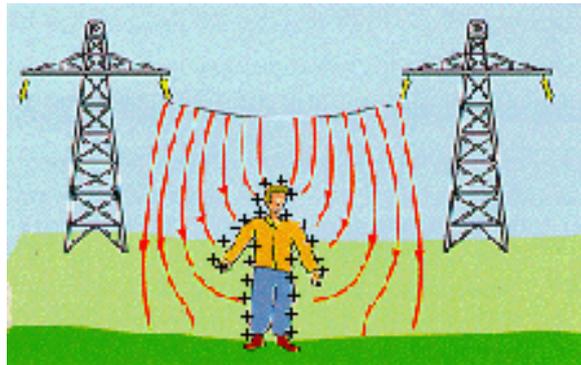


Figura V.1. Exposición Electromagnética³⁶

Los campos magnéticos de frecuencia baja inducen corrientes circulantes en el organismo. La intensidad de estas corrientes depende de la intensidad del campo magnético exterior. Si es suficientemente intenso, las corrientes podrían estimular los nervios y músculos o afectar a otros procesos biológicos.

Tanto los campos eléctricos como los magnéticos inducen tensiones eléctricas y corrientes en el organismo, pero incluso justo debajo de una línea de transmisión de electricidad de alta tensión las corrientes inducidas son muy pequeñas comparadas con los umbrales para la producción de sacudidas eléctricas u otros efectos eléctricos.

³⁶ <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatIsEMF/es/index1.html>

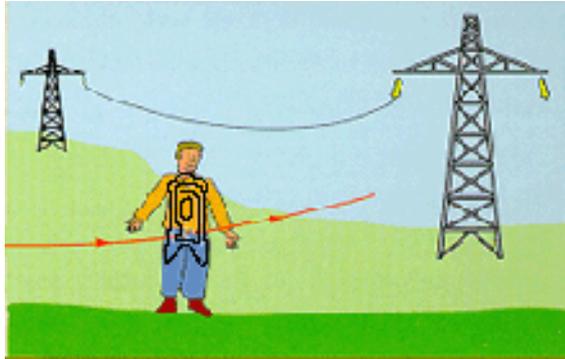


Figura V.2. Campos magnéticos en el organismo³⁷

El principal efecto biológico de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia es el calentamiento. Este fenómeno se utiliza en los hornos de microondas para calentar alimentos. Los niveles de campos de radiofrecuencia a los que normalmente están expuestas las personas son mucho menores que los necesarios para producir un calentamiento significativo.

Las directrices actuales se basan en el efecto calefactor de las ondas de radio. Los científicos están investigando también la posibilidad de que existan efectos debidos a la exposición a largo plazo a niveles inferiores al umbral para el calentamiento del organismo. Hasta la fecha, no se han confirmado efectos adversos para la salud debidos a la exposición a largo plazo a campos de baja intensidad de frecuencia de radio o de frecuencia de red, pero los científicos continúan investigando activamente en este terreno.

³⁷ <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatIsEMF/es/index1.html>

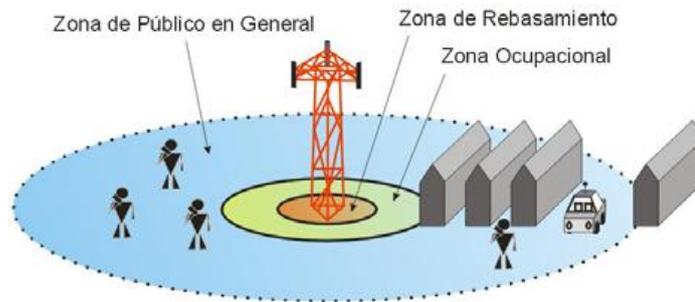


Figura V.3. Zonas: General, Publica y Rebasamiento³⁸

5.2. CONFIRMACIÓN DE RIESGO A LA SALUD DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES

La Organización Mundial de la Salud en el año 2000 en el documento "Campos electromagnéticos y salud pública - los teléfonos móviles y las estaciones base" indica que "Hasta el momento ningún estudio permite concluir que la exposición a CEM de radiofrecuencias emitidas por teléfonos móviles o sus estaciones base representen algún peligro para la salud".

El Comité Científico Director de la Unión Europea en Toxicología, Ecotoxicología y Medio Ambiente, en el año 2002, en el trabajo "Posibles efectos de los CEM, radiofrecuencias y microondas sobre la salud humana", determina que "Los estudios realizados para radiofrecuencias y microondas no han proporcionado evidencias de efectos cancerígenos en niños o adultos, ni de citotoxicidad extrapolables a la población humana".

³⁸ FUENTE: Las Autoras

En el año 2001 y en la actualización del 2003 el Comité de Expertos del Ministerio de Sanidad y Consumo, en su informe "Campos electromagnéticos en relación con la salud pública", señala que sobre la base actual del conocimiento científico puede afirmarse que:

No se ha identificado, hasta el momento, ningún mecanismo biológico que muestre una posible relación causal entre la exposición a campos electromagnéticos y el riesgo de padecer alguna enfermedad.

La exposición a campos electromagnéticos no ocasiona efectos adversos para la salud dentro de los límites establecidos en la Recomendación Comisión Internacional sobre Protección frente a Radiaciones No Ionizantes.

A los valores de potencia de emisión actuales, a las distancias calculadas en función de los criterios de la Recomendación, y sobre las bases de la evidencia científica disponible, las antenas de telefonía y los terminales móviles no parecen representar en la actualidad un riesgo para la salud pública.

En experimentos de laboratorio se han detectado respuestas biológicas que, sin embargo, no son indicativas de efectos nocivos para la salud.

Por su parte la Asociación Española Contra el Cáncer, en su documento "Campos electromagnéticos y Cáncer: Preguntas y Respuestas", del año 2004, concluye que no se ha encontrado asociación causa-efecto entre la exposición a campos electromagnéticos dentro de los límites recomendados y el cáncer; pero que la investigación debe continuar abierta.

La Organización Mundial de la Salud, en el año 2006, en el documento “Campos electromagnéticos y salud pública -Estaciones de base y tecnologías inalámbricas” concluye que “Teniendo en cuenta los muy bajos niveles de exposición y los resultados de investigaciones reunidos hasta el momento, no hay ninguna prueba científica convincente de que las débiles señales de radiofrecuencia procedentes de las estaciones de base y de las redes inalámbricas tengan efectos adversos en la salud”.

Dado el relativo poco tiempo de uso de los teléfonos móviles, los efectos a largo plazo, incluidos los posibles efectos carcinógenos de la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos, sobre los cuales actualmente no hay pruebas científicas concluyentes que establezcan una relación de causalidad, requieren de vigilancia e investigación continua.

Por ello la Organización Mundial de la Salud (OMS) consciente de la necesidad de profundizar en los estudios científicos para determinar la relación entre las radiofrecuencias y el cáncer, planteó el Proyecto Internacional sobre Campos Electromagnéticos, que se puso en marcha con el fin de evaluar los efectos sanitarios y ambientales de la exposición a campos eléctricos y magnéticos estáticos y variables con el tiempo en la gama de frecuencias de 0-300GHz.

5.3. DIEZ MITOS Y VERDADES ACERCA DE LOS TELÉFONOS MÓVILES Y SUS ESTACIONES BASES

Las estaciones bases realmente son peligrosas.

MITO: A nivel del suelo, las intensidades típicas de las radiaciones de las estaciones bases son menores a un milésimo de aquellas producidas por los teléfonos móviles sobre la cabeza de una persona y por lo general mucho menores que aquellas producidas por las estaciones de radio y televisión.

Las ondas de las comunicaciones móviles tiene una interacción especial con el cuerpo humano, diferente a las ondas de radio y televisión

MITO: Las radiofrecuencias de los sistemas de telefonía móvil, radio y televisión actúan igual sobre el cuerpo, producen calor.

El uso de teléfonos móviles mientras se conduce un auto, puede causar accidentes de tránsito.

VERDAD: La probabilidad de tener un accidente de tránsito es 4 veces mayor debido a la distracción que genera una situación equivalente a conducir después de haber ingerido bebidas alcohólicas.

La Organización Mundial de la Salud solamente ha investigado los efectos térmicos.

MITO: La Organización Mundial de la Salud, IEEE y otras instituciones gubernamentales han culminado y vienen llevando a cabo cerca de seis mil investigaciones en el tema.

Las antenas de telefonía móvil se pueden ubicar fuera de la ciudad y de esta manera no tenerlas cerca de las casas.

MITO: Es imposible, cada antena de telefonía móvil sólo cubre una pequeña parte del área total a dar servicio, por lo que se necesitan muchas estaciones dentro de la ciudad. Cuantos más usuarios más estaciones bases y menos potencia.

El uso de los teléfonos móviles produce calor excesivo en el cerebro.

MITO: La potencia de los teléfonos móviles es muy pequeña y la tendencia tecnológica es que sea cada vez menor. Parte del calor se produce por la presión que hace el teléfono contra la oreja que es un órgano con poca irrigación. Lo mismo sucede si se utiliza por mucho tiempo un teléfono fijo.

La normatividad ecuatoriana es más permisiva que la de los países desarrollados.

MITO: La norma ecuatoriana para los límites máximos permisibles de radiaciones no ionizantes producidas por las actividades de telecomunicaciones acoge las recomendaciones ICNIRP, que también son las normas acogidas por Brasil, Chile, Venezuela y la Comunidad Europea entre otros países.

Es conveniente la imposición de distancias mínimas con respecto a las estaciones bases.

MITO: De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud y a las mediciones realizadas en Ecuador la única garantía es que las emisiones generen una exposición por debajo de los límites máximos permisibles. Si

se definen distancias mínimas, para algunos servicios y sistemas pueden ser muy pequeños y para otros muy grandes.

Es inseguro vivir en el último piso de un edificio que tiene una antena de telefonía móvil en su azotea.

MITO: El haz de la antena es tal que los niveles más altos de la radiación se dan entre 50 a 150 m, y los mínimos debajo de la antena. Estos niveles máximos están entre 500 a 1000 veces por debajo de los límites máximos permisibles. Además el techo de la vivienda ejercerá un efecto de atenuación que puede ir de 100 a 1000 veces.

Los teléfonos móviles pueden interferir en dispositivos médicos, como los marcapasos y otros

VERDAD: En algunos lugares de los Estados Unidos y de Europa está normado que al entrar en los hospitales todas las personas médicos o pacientes deben apagar sus teléfonos móviles.

CAPÍTULO VI

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

6.1. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Esta instrumentación es la referencia que casi todas las normas citadas anteriormente, ya que se utiliza un medidor de banda ancha, en este caso un medidor selectivo de frecuencia, y una antena isotrópica.

El medidor de campos NARDA está en capacidad para sensor los niveles de intensidades de campos eléctricos, magnético y una medida porcentual ajustada a la recomendación UIT-T K.52 que indica el aporte de múltiples fuentes de radiación a diferentes frecuencias, donde el 100% indica que la

radiación total está al límite de la norma. Los equipos de la instrumentación de medición son:

1. Narda SMR 3000.
2. Sonda de tipo isotrópica Rango 75 a 3000 MHz .



Figura V.4. Narda Safety Test Solutions³⁹

6.1.2. MEDIDOR SELECTIVO DE RADIACIÓN SMR 3000

El SRM-3000 es creado como un instrumento de medida de radiaciones no ionizantes, capaz de mostrar el cumplimiento por debajo de los límites de exposición, analizando la influencia de una fuente de radiación en particular o de manera general.

El rango de operación de este equipo es de 100 kHz a 3 GHz, incorpora una muy amplia, versátil gama de funciones en un muy ligero, práctico

³⁹ FUENTE: Las Autoras

dispositivo, ideal para su uso especialmente en condiciones que requieren de alta movilidad y robustez.



Figura V.5. Equipo Narda SRM 3000⁴⁰

El SRM-3000 es un sistema de medida completo, creado por Narda Safety Test Solutions, la cual también suministra varias antenas como soluciones a diferentes aplicaciones y rangos de frecuencias. Estas antenas tienen tres ejes o bien un solo eje, más un cable adaptador RF. Entre sus características principales tenemos:

- Sencillo manejo: la antena y el cable se detectan automáticamente, los resultados aparecen directamente.
- Medidas selectivas de la intensidad de campo, permitiendo realizar evaluaciones de seguridad rápidas y fiables.
- La elevada inmunidad frente a la radiación permite su empleo en interiores.
- Medidas isotrópicas (no direccionales).
- Tiempos de barrido cortos: medidas rápidas.
- Dispone de puerto serial y USB para control remoto, y acceso a información.

Respecto a sus modos de funcionamiento:

⁴⁰ FUENTE: Las Autoras

- Análisis espectral.
- Integración en la banda de frecuencia (medidas de banda ancha).

Innovadoras funciones, tales como:

- Zoom mediante marcas.
- Evaluación de picos con número de picos y umbrales definidos por el usuario.
- Función de retención de valores máximos.
- Evaluación de seguridad.
- Presentación tabular de los resultados del análisis espectral.
- Tablas de servicios definidas por el usuario para las medidas.
- Muestra los niveles de exposición de cada servicio.

6.1.3. ANTENA ISOTRÓPICA DEL SRM 3000



Figura V.6. Antena Triaxial del SRM 3000, con cable adaptador RF.⁴¹

La antena tres ejes se incluye con el SRM-3000. Esta antena cubre el rango de frecuencias de 75 MHz a 3 GHz. Se determina automáticamente los tres componentes espaciales del campo que se está midiendo,

⁴¹ FUENTE: Las Autoras

medidas para isótopos son rápidos y fáciles de realizar. Está diseñada para uso en exteriores y para realizar mediciones en lugares de difícil acceso.

Cada antena de Narda está equipada con un cable de control, así como la conexión RF. El cable de control está conectado al instrumento de base mediante un conector de clavijas múltiples, y se utiliza para transmitir los parámetros de la antena (tipo, número de serie, fecha de calibración, la lista de factores de antena) para que estos puedan ser reconocidos por la SRM.

Entre sus principales características tenemos:

- Rango de frecuencia, 75 MHz a 3 GHz.
- Los factores de corrección individualmente determinado durante la calibración se almacenan en una memoria EEPROM y se aplican automáticamente cuando se utiliza junto con la unidad básica de SRM.
- Antena tipo, campo eléctrico.
- Tipo de sensor, tres ejes arreglo de antenas dipolo con hachas escaneada.
- Rango dinámico, 0,25 mV / m a 200 V / m.
- Destrucción límite, señal de 435 V / m ó 50 mW/cm².
- Conector de RF.
- Conector N, 50Ω.

6.1.4. INTERFACE RS232 DEL NARDA SRM-3000

El SRM-3000 puede comunicarse con una PC, PDA, Pocket, PALM o Laptop de diferentes formas:

1. Software SRM-TOOLS propio de NARDA SAFETYS.
2. Control Remoto (Software Propio desarrollado por el usuario).

A continuación se detalla los parámetros de configuración de la comunicación RS232:

1. Conectar un cable modem zero.
2. Poner en modo RUN el Hyperterminal o cualquier software para comprobar si hay conectividad entre la PC y el SRM-3000.
3. Seleccionar el puerto al cual está conectado el equipo.
4. Tasa de baudios 115200.
5. No paridad.
6. 8 bits de datos.
7. 1 bit de parada.
8. Handshake: Ninguno.
9. Encender el SRM-3000.

Con todos estos parámetros configurados tanto en la PC como en el SRM-3000, queda lista la comunicación serial. El conector para la interface serial (RS 232) del SRM-3000 se muestra en el siguiente grafico:



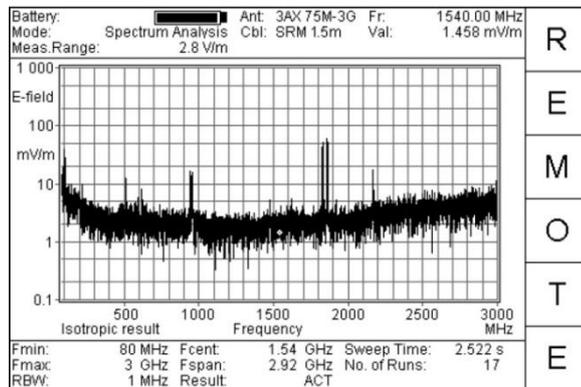
Figura V.7. Conector RS 232 para interface serial del Narda SRM-3000⁴²

Todas las funciones pueden ser controladas remotamente, mediante comandos propios de la casa fabricante. La sintaxis de los comandos está basada en cadenas de caracteres ASCII.

6.1.5. MODO REMOTO

- Selección de la operación de modo REMOTE CONTROL del SRM- 3000
- La PC y el SRM-3000 deben estar encendidos.
- La conexión de datos debe estar hecha.
- Transmitir el comando Remote<ws>ON<SC>.
- (<ws> = espacio en blanco; <SC> = punto y coma).
- El SRM-3000 debe tomar la siguiente apariencia en su pantalla LCD tal como se ve en la figura.

⁴² FUENTE: Las Autoras

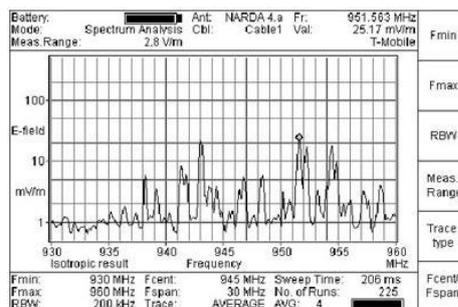


R
E
M
O
T
E

Figura V.8. Pantalla del Narda SRM-3000 en modo Remoto⁴³

6.2. CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS PARA LA MEDICIÓN

Para la configuración de los equipos para el procedimiento de medición, se debe seguir los siguientes pasos:



Fmin
Fmax
RBW
Meas. Range
Trace type
Fcent
Fspan

Figura V.9. Pantalla inicial del Narda SRM-3000⁴⁴

- Adaptar antena al equipo Narda SMR3000.
- Encender el equipo (on/off).

⁴³ FUENTE: Las Autoras

⁴⁴ FUENTE: Las Autoras

- Seleccionar el modo (Analizador de espectro).
- Configurar frecuencia mínima.
- Configurar frecuencia máxima.
- Escoger RBW o resolución de Ancho de Banda (depende del rango de frecuencia a analizar).
- Elegir el tipo de Resultado (Max Average).
- Setear el nivel más bajo presionando Measurement Range.
- Configurar las unidades de medición (en este caso seleccionamos V/m).
- Esperar un tiempo predeterminado para las mediciones fijándose en la opción No. of Runs en la pantalla del equipo Narda.
- Hacemos click en Save y anotamos el nombre asignado al archivo de la medición.
- Ingresar al menú de memoria y entrar al presentado Viewer.
- Escoger el archivo de la medición y presionar botón de Ent.
- Presionar botón Eval y seleccionar opción de integración sobre banda de frecuencia.
- El resultado, en este caso, de la medición está en la opción de Value.

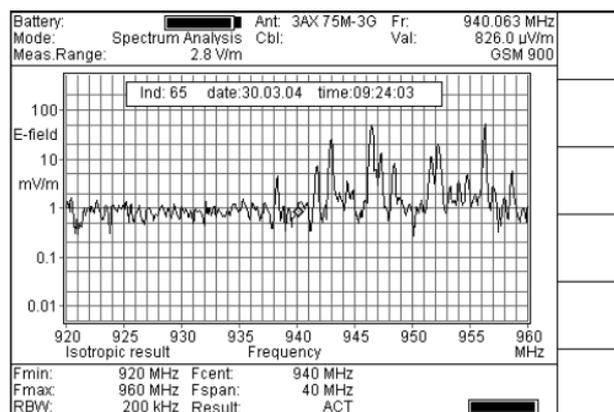


Figura V.10. Pantalla del Narda Narda SRM 3000 luego de configurarlo⁴⁵

⁴⁵ FUENTE: Las Autoras

CAPÍTULO VII

ANÁLISIS Y RESULTADOS

7.1. MEDICIONES DE LAS RADIOBASES

Los puntos de medición estuvieron condicionados por la ubicación de los paneles de cobertura de las antenas. Dependiendo de la antena, se escogieron entre dos y tres perfiles de acuerdo a la dirección de máxima propagación de las antenas de la estación base (cada una cubre un sector de 120°), las mediciones pudieron realizarse a las distancias entre: 0 - 6, 6 - 20, 20 - 70 y de 70 metros en adelante como lo ilustra la figura. El primer punto de medición fue realizado siempre en la puerta de la estación base.

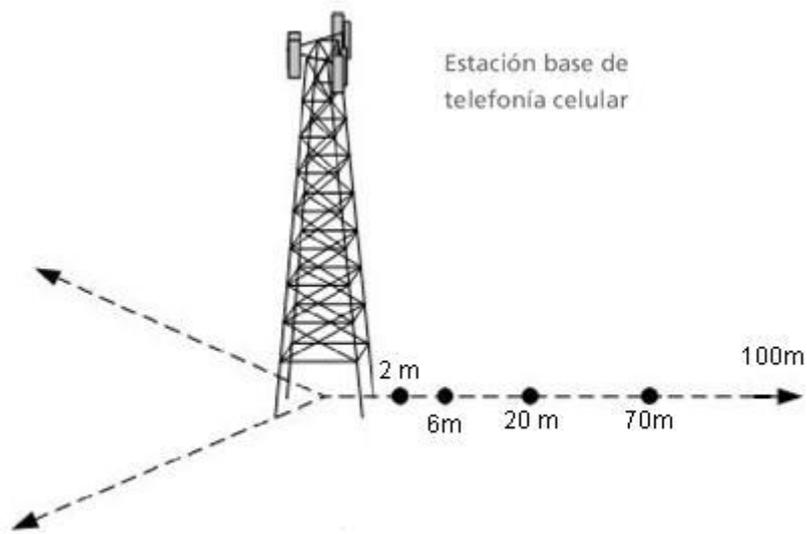


Figura VII. 1. Esquema de medición⁴⁶

Para escoger los puntos de medición también se tuvo en cuenta las áreas de concentración de la población en lugares próximos a la estación base, como escuelas, hospitales, parques, etc.; siempre que los puntos de medición sean accesibles. Las mediciones realizadas con el equipo medidor de radiación (Narda SMR 3000) fueron tomadas en seis puntos a una altura de 1 metro con respecto al suelo; cabe indicar que el tiempo de medición fue de 6 minutos en cada punto. Para evitar errores en la medición se ha tomado en cuenta la calibración automática del equipo en cada una de las mediciones.

Para la realización de este trabajo se toma en cuenta los tres parámetros principales que son: Campo Eléctrico, Campo Magnético y Densidad de Potencia en cada Radiobase.

⁴⁶ <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v18n3/art06.pdf>

La población implicada en el presente trabajo está constituida por las empresas de telefonía móvil celular, específicamente por la radio bases que les permite su funcionamiento; las cuales detallamos a continuación:

Tabla VII.I. Población implicada⁴⁷

RADIOBASE	NÚMERO
Radio bases Celulares CONECEL S.A.	59
Radio Bases Celulares OTECEL S.A.	45
Radio Bases Celulares TELECSA S.A.	06
TOTAL	110

7.1.1. PROVINCIAS IMPLICADAS

Tabla VII.II. Total Operadoras por Provincias⁴⁸

PROVINCIA	TOTAL
BOLIVAR	13
CHIMBORAZO	64
TUNGURAHUA	33
TOTAL	110

⁴⁷ FUENTE: Las Autoras

⁴⁸ FUENTE: Las Autoras

Se procedió a efectuar las mediciones respectivas en cada Estaciones Base ubicadas en las provincias de Bolívar, Chimborazo y Tungurahua, tanto en sectores urbanos y rurales.

7.2. PROCEDIMIENTO DE LA MEDICIÓN

- Una vez ubicada la Estación base se procede a:
- Adaptar antena al equipo Narda SMR3000.
- Encender el equipo (on/off).
- Seleccionar el modo (Safety Evaluation).
- Calibrar el Equipo al nivel adecuado presionando Measurement Range.
- Configurar las unidades de medición seleccionando % para encender el equipo.
- Especificar las unidades de medición (en este caso seleccionamos V/m).
- Esperar 6 minutos.
- Durante la medición se recolectan los datos: dirección de la estación base, ubicación geográfica (longitud, latitud y msnm), fecha, hora e información importante sobre la estación base.
- Registro fotográfico de: estación base, paneles de cobertura y enlace, y lugar de ubicación.
- Hacemos click en Save y anotamos el número de memoria asignado al archivo de la medición por cada unidad de medición correspondiente a los parámetros (Campo Eléctrico, Campo Magnético y Densidad de Potencia).
- Se realizó un informe detallado de la medición acorde al formato establecido por la SUPERTEL, los cuales se muestran a continuación:

INFORME TÉCNICO

ASUNTO: MEDICIÓN DE RNI DE LA RADIOBASE TELECSA S.A DENOMINADA GUARANDA EN EL CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR.

Por medio del presente y en atención al Plan de Trabajo 2010, informo a Usted acerca la medición de RNI realizada en el cantón Guaranda, provincia de Bolívar el día 21 de Septiembre de 2010 a la radiobase denominada GUARANDA de la empresa TELECSA S.A. (ALEGRO) y que opera con tecnología GSM y 3G para realizar mediciones de RNI. Las coordenadas del lugar de mediciones identificadas con el medidor de posicionamiento global (GPS), Marca Garmin con Datum Mapa WGS84, se muestran a continuación:

Lugar de medición:	Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar		
Dirección:	Guaranda, calle Rocafuerte entre Pichincha y Sucre, Instalaciones de la CNT Guaranda.		
Coordenadas:	01°35' 39,90" S	79° 00' 06,20" W	2688 msnm

En el anexo No. 1 se muestran fotografías del lugar de medición.

Los valores de densidad de Potencia de Emisión e Inmisión receptados en dicha radiobase y cuantificados con el Medidor Selectivo de Radiación Marca NARDA, Modelo SRM-3000, se muestran a continuación:

TABLA DE VALORES DE LOS PUNTOS MEDIDOS

Punto de Medición	Tipo de Exposición	Sub- Banda	Rango de Frecuencias [MHz]		Intensidad de Campo Eléctrico	Intensidad de Campo Magnético	Densidad de Potencia de Onda Plana Equivalente
			Desde	Hasta	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
1	Poblacional	TELECSA_PCS_1UP	1890	1895	4,7469E-03	1,2592E-05	5,9771E-08
	Poblacional	TELECSA_PCS_UP	1895	1910	7,7173E-03	2,0471E-05	1,5798E-07
	Poblacional	TELECSA_PCS_1D	1970	1975	6,1525E-03	1,6320E-05	1,0041E-07
	Poblacional	TELECSA_PCS_DOW	1975	1990	6,9020E-02	1,8308E-04	1,2636E-05
2	Poblacional	TELECSA_PCS_1UP	1890	1895	4,6547E-03	1,2347E-05	5,7471E-08
	Poblacional	TELECSA_PCS_UP	1895	1910	7,7005E-03	2,0426E-05	1,5729E-07
	Poblacional	TELECSA_PCS_1D	1970	1975	5,0079E-03	1,3284E-05	6,6525E-08
	Poblacional	TELECSA_PCS_DOW	1975	1990	1,1544E-02	3,0621E-05	3,5348E-07
3	Poblacional	TELECSA_PCS_1UP	1890	1895	4,6791E-03	1,2412E-05	5,8075E-08
	Poblacional	TELECSA_PCS_UP	1895	1910	7,6553E-03	2,0306E-05	1,5545E-07
	Poblacional	TELECSA_PCS_1D	1970	1975	5,2923E-03	1,4038E-05	7,4294E-08
	Poblacional	TELECSA_PCS_DOW	1975	1990	1,4265E-02	3,7839E-05	5,3977E-07
4	Poblacional	TELECSA_PCS_1UP	1890	1895	4,8288E-03	1,2809E-05	6,1850E-08
	Poblacional	TELECSA_PCS_UP	1895	1910	7,8113E-03	2,0720E-05	1,6185E-07
	Poblacional	TELECSA_PCS_1D	1970	1975	5,6057E-03	1,4870E-05	8,3354E-08
	Poblacional	TELECSA_PCS_DOW	1975	1990	1,4258E-02	3,7820E-05	5,3924E-07
5	Poblacional	TELECSA_PCS_1UP	1890	1895	4,6844E-03	1,2426E-05	5,8207E-08
	Poblacional	TELECSA_PCS_UP	1895	1910	8,0322E-03	2,1306E-05	1,7113E-07
	Poblacional	TELECSA_PCS_1D	1970	1975	5,2252E-03	1,3860E-05	7,2422E-08
	Poblacional	TELECSA_PCS_DOW	1975	1990	1,2604E-02	3,3433E-05	4,2140E-07

Valores de Emisión máximos:

PUNTO	SUB-BANDA	RANGO DE FRECUENCIAS [MHz]		LATITUD	LONGITUD	CAMPO ELÉCTRICO E (V/m)	CAMPO MAGNÉTICO H (A/m)	DENSIDAD DE POTENCIA S (W/m ²)
1	TELECSA_PCS_DOW	1975	1990	01°35' 39,90" S	79° 00' 06,20" W	6,9020E-02	1,8308E-04	1,2636E-05
2	TELECSA_PCS_DOW	1975	1990	01°35' 39,50" S	79° 00' 08,10" W	1,1544E-02	3,0621E-05	3,5348E-07
3	TELECSA_PCS_DOW	1975	1990	01°35' 42,10" S	79° 00' 07,90" W	1,4265E-02	3,7839E-05	5,3977E-07
4	TELECSA_PCS_DOW	1975	1990	01°35' 41,60" S	79° 00' 06,30" W	1,4258E-02	3,7820E-05	5,3924E-07
5	TELECSA_PCS_DOW	1975	1990	01°35' 41,60" S	79° 00' 04,40" W	1,2604E-02	3,3433E-05	4,2140E-07
6	TELECSA_PCS_DOW	1975	1990	01°35' 39,10" S	79° 00' 05,30" W	9,7829E-03	2,5950E-05	2,5387E-07

Los valores que se presentan en la tabla son los que tienen mayor valor de densidad de potencia en cada punto en el que se realizó la medición.

Valores de Inmisión máximos:

PUNTO 1	RANGO DE FRECUENCIAS [MHz]		LATITUD	LONGITUD	CAMPO ELÉCTRICO E (V/m)	CAMPO MAGNÉTICO H (A/m)	DENSIDAD DE POTENCIA S (W/m2)
1	88	3000	01°35' 39,90" S	79° 00' 06,20" W	6,4813E-01	1,7192E-03	1,1143E-03
2	88	3000	01°35' 39,50" S	79° 00' 08,10" W	1,1174E-01	2,9912E-04	3,3852E-05
3	88	3000	01°35' 42,10" S	79° 00' 07,90" W	3,3041E-01	8,7645E-04	2,8959E-04
4	88	3000	01°35' 41,60" S	79° 00' 06,30" W	2,6584E-01	7,0517E-04	1,8747E-04
5	88	3000	01°35' 41,60" S	79° 00' 04,40" W	1,4662E-01	3,8891E-04	5,7020E-05
6	88	3000	01°35' 39,10" S	79° 00' 05,30" W	1,5485E-01	4,1076E-04	6,3606E-05

De acuerdo a los resultados obtenidos durante las mediciones realizadas utilizando el equipo NARDA SRM-3000, se determina que en los puntos donde se realizaron las mediciones los valores de Emisión e Inmisión obtenidos, se encuentran muy por debajo a los límites de referencia establecidos en el “Reglamento De Protección De Emisiones De Radiación No Ionizante Generadas Por Uso De Frecuencias Del Espectro Radioeléctrico”, emitido por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, cuyos límites son los siguientes:

Tipo de exposición	Frecuencias	Intensidad de campo eléctrico	Intensidad de campo magnético	Densidad de potencia de Onda Plana Equivalente
	f (MHz)	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
Ocupacional	850	87,46427842	0,233238076	21,25
	869	88,43641784	0,235830448	21,725
	870	88,48728722	0,235966099	21,75
	880	88,9943818	0,23731835	22
	890	89,49860334	0,238662942	22,25
	891,5	89,5739918	0,23886398	22,2875
Poblacional	850	40,08779428	0,10787261	4,25
	869	88,43641784	0,235830448	21,725
	870	88,48728722	0,235966099	21,75
	880	40,7890917	0,10975974	4,4
	890	89,49860334	0,238662942	22,25
	891,5	41,0547462	0,11047459	4,4575
Ocupacional	1900	130,7669683	0,348711915	47,5
	1945	132,306462	0,35281723	48,625
	1965	132,9849616	0,354626564	49,125
Poblacional	1900	59,93486047	0,161279261	9,5
	1945	60,6404619	0,16317797	9,725
	1965	60,95144071	0,164014786	9,825

Conclusión:

Sobre la base de los Resultados obtenidos se determina que los valores medidos se encuentran por debajo de los límites máximos indicados en el reglamento descrito.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

ANEXO 1

FOTOGRAFIAS DE LAS MEDICIONES EN LA RADIOBASE

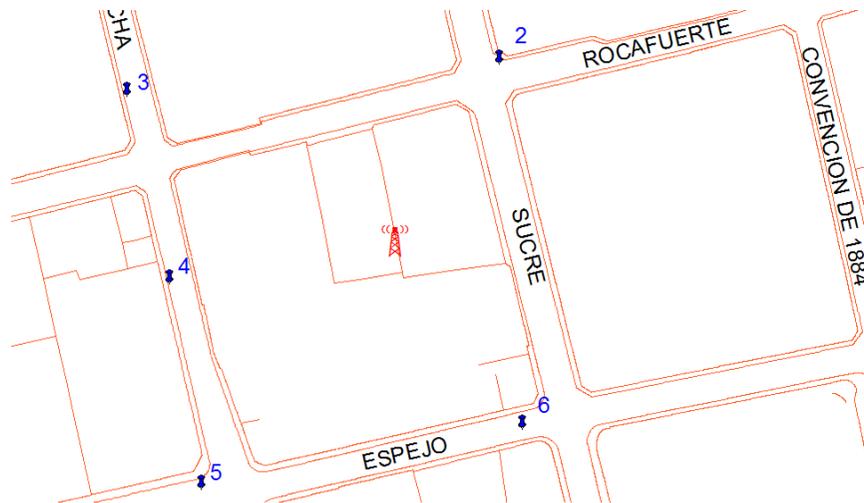
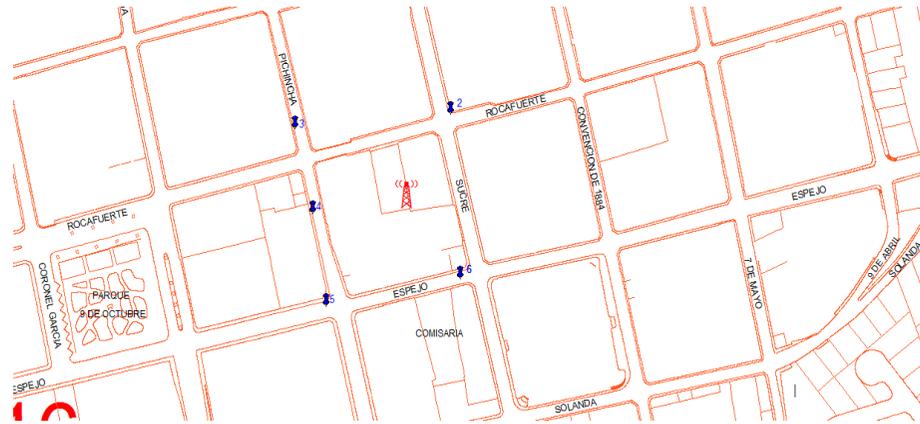




	FORMULARIO PARA EL INFORME TÉCNICO DE INSPECCIÓN DE EMISIONES DE RNI.						DER-2010-		
							Fecha:		
	1) USUARIO :								
NOMBRE DE LA EMPRESA:		TELECSA S.A.							
DIRECCIÓN :		AV. AMAZONAS 37-38 EDIFICIO VILVALDI.							
2) UBICACIÓN DEL SITIO :									
PROVINCIA :		CIUDAD CANTÓN : /		LOCALIDAD :		LATITUD		LONGITUD	
						(°) (') (")		(°) (') (")	

Bolívar	GUARANDA	MEDICIÓN DE RNI DE LA RADIOBASE TELECSA S.A DENOMINADA GUARANDA EN EL CANTON GUARANDA, PROVINCIA DE BOLIVAR.	01°35' 39,90" S	79° 00' 06,20" W
3) DESCRIPCIÓN GENERAL Y CONDICIONES PARTICULARES :				
Las antenas se encuentran montadas sobre una torre de 28 metros de 3 sectores.				
La radiobase se encuentra ubicada en un sector urbano en una zona poblada.				
La radiobase opera con tecnología GSM y tiene tres sectores (X,Y,Z)				
La duración de la medición en cada punto fue de 6 minutos aproximadamente.				
Se realizaron mediciones de preferencia en los puntos de mayor incidencia considerando línea de vista con las antenas.				
Si existen sistemas aledaños.				
4) PERSONAS PRESENTES DURANTE LA MEDICIÓN :				
NOMBRES		APELLIDOS	CARGO	
Arcadio Mauricio		Toalombo Montero	Profesional Técnico 1 (SUPTTEL)	
Ximena del Rocío		Buenaño Carrillo	Convenio SUPERTEL- ESPOCH	
Alba Verónica		Ramos Flores	Convenio SUPERTEL- ESPOCH	
5) CALCULO DEL PIRE :				
POTENCIA MÁXIMA DEL EQUIPO (W)		GANANCIA MÁXIMA DE LA ANTENA	VALOR DE PIRE (W)	
20 (por equipo de radio)		18.5 dBi	1416	

6) ESTACIONES) DE TX/RX VISIBLE(S) ALREDEDOR DEL SITIO DE MEDICIÓN :													
DISTANCIA	TV / RADIO	TELEFONÍA MÓVIL	OTROS										
INFERIOR A 50 m	-----	-----	TRANSMISION MICOONDAS CNT										
DE 200 A 1000 m	-----	-----	RADIOCOMUNICACIONES										
7) DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN UTILIZADOS:													
RANGOS DE FRECUENCIAS :	100 kHz - 3 GHz												
EQUIPOS DE MEDICIÓN :													
FABRICANTE (MARCA)	TIPO	NUMERO DE SERIE	FECHA DE CALIBRACIÓN										
NARDA	E-FIELD PROBE 100 KHz - 3 GHz	A-0394	17 de marzo de 2008										
GPS GARMIN	GPS position logging	-----	N.D.										
8) INFORME TÉCNICO DE LAS MEDICIONES REALIZADAS:													
FECHA DE MEDICIÓN :	HORA DE INICIO :	HORA DE FINALIZACIÓN :	OBSERVACIONES										
21-sep-10	9:30	10:30	---										
9) CROQUIS DE LA INSTALACIÓN CON LA UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN :													
Se adjuntan dos imágenes con la ubicación de los puntos de medición													



EMISION:

UBICACIÓN DEL PUNTO DE MEDICIÓN	LATITUD	LONGITUD	Altura de la medición
	(°) (') (") (S o N)	(°) (') (") (N o W)	d (m)
Pto. 1	01°35' 39,90" S	79° 00' 06,20" W	0,6
Pto. 2	01°35' 39,50" S	79° 00' 08,10" W	0,6
Pto. 3	01°35' 42,10" S	79° 00' 07,90" W	0,6
Pto. 4	01°35' 41,60" S	79° 00' 06,30" W	0,6
Pto. 5	01°35' 41,60" S	79° 00' 04,40" W	0,6
Pto. 6	01°35' 39,10" S	79° 00' 05,30" W	0,6

10) TABLA DE VALORES MEDIDOS PARA LA EMISIÓN: Se aplica medición con corrección de frecuencia en 881,5 MHz

UBICACIÓN DEL PUNTO DE MEDICIÓN	FRECUENCIAS DE OPERACIÓN		CAMPO ELÉCTRICO	CAMPO MAGNÉTICO	DENSIDAD DE POTENCIA S (W/m ²)	OBSERVACIONES
	(MHz)		E (V/m)	H (A/m)		
	FRECUENCIA MÁXIMA	FRECUENCIA MÍNIMA				
Pto. 1	1975	1990	6,90E-02	1,83E-04	1,26E-05	
Pto. 2	1975	1990	1,15E-02	3,06E-05	3,53E-07	
Pto. 3	1975	1990	1,43E-02	3,78E-05	5,40E-07	
Pto. 4	1975	1990	1,43E-02	3,78E-05	5,39E-07	
Pto. 5	1975	1990	1,26E-02	3,34E-05	4,21E-07	
Pto. 6	1975	1990	9,78E-03	2,60E-05	2,54E-07	

Debido a que los valores de intensidad de campo eléctrico, magnético y densidad de potencia son muy bajos solo se presenta los valores para inmisión.											
12) CONCLUSIONES :											
Se superan los límites de exposición por estación Radioeléctrica fija					SI		NO	X			
El nivel de exposición porcentual de la densidad de potencia es inferior a la unidad					SI	X	NO				
Es necesario delimitar las zonas que superan los límites de emisiones de RNI					SI		NO	X			
13) CERTIFICACIÓN DEL PROFESIONAL TÉCNICO (RESPONSABLE TÉCNICO DE LA SUPTTEL)											
1. Certifico que el presente Informe técnico de Inspección de RNI fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva.											
APELLIDO PATERNO:		APELLIDO MATERNO:		NOMBRES:		LIC. PROF.:					
TOALOMBO		MONTERO		ARCADIO MAURICIO		03-T-121					
e-mail:			CASILLA:			TELÉFONO / FAX:					
mtoalombo@supertel.gov.ec						03-2622022					
DIRECCIÓN:				FECHA:							
Km 2 1/2 vía a Chambo, Riobamba				XXXXXXXXXXXXXX							
								FIRMA			
14) CERTIFICACIÓN DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA											
1. Certifico que el presente Informe técnico de Inspección de RNI fue elaborado acorde los procedimientos establecidos en el Reglamento General de Protección de Emisiones de RNI generadas por uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico.											

2. Me comprometo a delimitar las zonas que superan los límites de emisiones de RNI, si así lo determina la SUPTEL.		
NOMBRE:	FECHA:	
		FIRMA
15) APROBACIÓN DEL INFORME TÉCNICO DE INSPECCIÓN DE EMISIONES DE RNI.		
1. La aprobación del presente informe técnico de Inspección de Emisiones de RNI, es el único documento que garantiza el cumplimiento, por parte del concesionario, de las normas contenidas en el Reglamento de Protección de Emisiones de Radiación No Ionizante Generadas por Uso del Espectro Radioeléctrico.		
APROBADO	NO APROBADO	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		FIRMA (Responsable Técnico de la SUPTEL)

7.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez recopilada toda la información de las mediciones de RNI en las estaciones base de las provincias de: Bolívar, Chimborazo y Tungurahua, en los sectores urbanos y rurales; se determina que cumplen con los niveles de RNI establecidos en el **REGLAMENTO DE PROTECCION DE EMISIONES DE RADIACION NO IONIZANTE GENERADAS POR USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO**, emitido mediante **RESOLUCION 01-01-CONATEL-2005** del 11 de enero del 2005, que normaliza los niveles de RNI en el Ecuador, de tal forma se demuestra que no hay riesgo alguno para las personas que transiten en la zona poblacional, cumpliendo en todos los sentidos las recomendaciones internacionales y nacionales para la exposición humana a radiofrecuencias.

ESTACIONES BASES ANALIZADAS

En cada una de las provincias existen estaciones base que pertenecen a 3 operadoras CONECEL S.A., OTECEL S.A. Y TELECSA S.A.; que suman un total de 110 y se encuentran ubicadas estratégicamente en las provincias para que puedan brindar el servicio en los niveles de potencia aprobados en los contratos de concesiones que se establecen entre las operadoras y el Estado.

Tabla VII.III. Operadoras detalladas por cada provincia⁴⁹

PROVINCIA	SECTOR		OPERADORA		
	URBANO	RURAL	CONECEL	OTECEL	TELECSA
BOLÍVAR	3	10	7	5	1
CHIMBORAZO	36	28	32	29	3
TUNGURAHUA	26	7	20	11	2
TOTAL	65	45	59	45	6

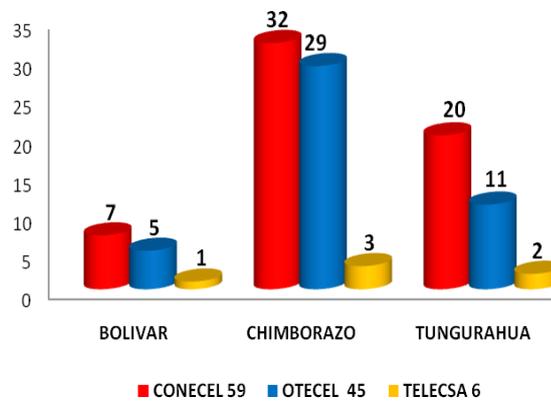


Figura VII. 2 Detalle de Operadoras⁵⁰

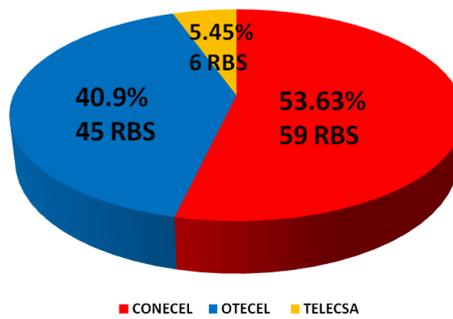


Figura VII.3 Porcentajes de Estaciones base instalas por operadora⁵¹

⁴⁹ FUENTE: Las Autoras

⁵⁰ FUENTE: Las Autoras

⁵¹ FUENTE: Las Autoras

CONECEL S.A.

Tabla VII.IV. Rangos de Frecuencia Operadora CONECEL⁵²

OPERADORA	RANGO DE FRECUENCIAS MHZ	
	DESDE	HASTA
PORTA_A2_UP	824	825
PORTA_A_UP	825	835
PORTA_A1_UP	845	846,5
PORTA_A2_DOWN	869	870
PORTA_A1_DOWN	890	891,5
PORTA_PCS_UP	1885	1890
PORTA_PCS_DOWN	1965	1970

OTECEL S.A.

Tabla VII.V. Rangos de Frecuencia Operadora OTECEL⁵³

OPERADORA	RANGO DE FRECUENCIAS MHZ	
	DESDE	HASTA
MOVI_B_UP	835	845
MOVI_B1_UP	846,5	849
MOVI_B_DOWN	880	890
MOVI_B_DOWN	891,5	894
OTECEL_PCS_UP D	1865	1870
MOVI_PCS_DOWN	1945	1950

⁵² FUENTE: Las Autoras

⁵³ FUENTE: Las Autoras

TELECSA S.A.

Tabla VII.VI. Rangos de Frecuencia Operadora TELECSA⁵⁴

OPERADORA	RANGO DE FRECUENCIAS MHZ	
	DESDE	HASTA
TELECSA_PCS_1UP	1890	1895
TELECSA_PCS_UP	1895	1910
TELECSA_PCS_1D	1970	1975
TELECSA_PCS_DOW	1975	1990

CONECEL S.A.

Existen un total de 59 estaciones base que trabajan en las bandas de 850 MHZ y 19000 MHZ con una tecnología de GSM y 3G, que se encuentran instaladas tanto en torres, monopolos y en terrazas de edificios a demás poseen antenas sectorizadas de tres (x,y,z) y dos (x,y) sectores.

Tabla VII.VII. Tabla de valores medidos operadora CONECEL provincia de Bolívar⁵⁵

Nº	RADIOBASE	S(mW/cm ²)	VALOR LIMITE (mW/cm ²)	CUMPLIMIENTO
1	SANMIGUELCEN 850MHZ	5,6800E-03	0,425	SI CUMPLE
2	GUANUJO 850MHz	2,9600E-04	0,425	SI CUMPLE
3	NEWPORVENIR 850MHz	6,8700E-05	0,425	SI CUMPLE
4	CHIMBO	3,7300E-05	0,425	SI CUMPLE
5	CALVARIO	1,6600E-05	0,425	SI CUMPLE
6	SAN MIGUEL	2,2300E-06	0,425	SI CUMPLE
7	SALINERITO	2,0600E-07	0,425	SI CUMPLE

⁵⁴ FUENTE: Las Autoras

⁵⁵ FUENTE: Las Autoras

CONECEL - BOLIVAR

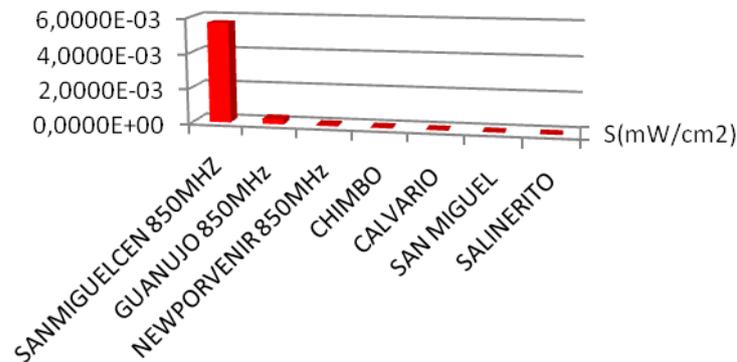


Figura VII. 4 Densidad de potencia Estaciones Base de la Provincia de Bolívar operadora CONECEL⁵⁶

Tabla VII.VIII. Tabla de valores medidos operadora CONECEL provincia de Chimborazo⁵⁷

Nº	RADIOBASE	S mW/cm2	VALOR LIMITE (mW/cm2)	CUMPLIMIENTO
1	UNACH	4,2400E-02	0,425	SI CUMPLE
2	P.MALDONADO	1,9100E-02	0,425	SI CUMPLE
3	RIOESTACION	3,1900E-03	0,425	SI CUMPLE
4	EL GALPON	2,8300E-03	0,425	SI CUMPLE
5	SANTA FAZ	2,2800E-03	0,425	SI CUMPLE
6	BRIGALAPAGOS	8,1600E-04	0,425	SI CUMPLE
7	DAVALOS	7,7300E-04	0,425	SI CUMPLE
8	LOMA DE QUITO	7,1900E-04	0,425	SI CUMPLE
9	SUPTTEL RIO	5,6800E-04	0,425	SI CUMPLE
10	COLUMBE	1,7300E-04	0,425	SI CUMPLE
11	BUCAYCENTRO	9,1100E-05	0,425	SI CUMPLE
12	SHUYOCUCHO	7,1200E-05	0,425	SI CUMPLE
13	ESPOCH	6,6500E-05	0,425	SI CUMPLE
14	QUIMIAG	5,6600E-05	0,425	SI CUMPLE
15	PALLATANGA	5,1800E-05	0,425	SI CUMPLE
16	CACHA	4,7600E-05	0,425	SI CUMPLE
17	BUCAY	4,5100E-05	0,425	SI CUMPLE
18	SAN LUIS 850MHZ	3,4100E-05	0,425	SI CUMPLE
19	CHAMBO	2,6100E-05	0,425	SI CUMPLE

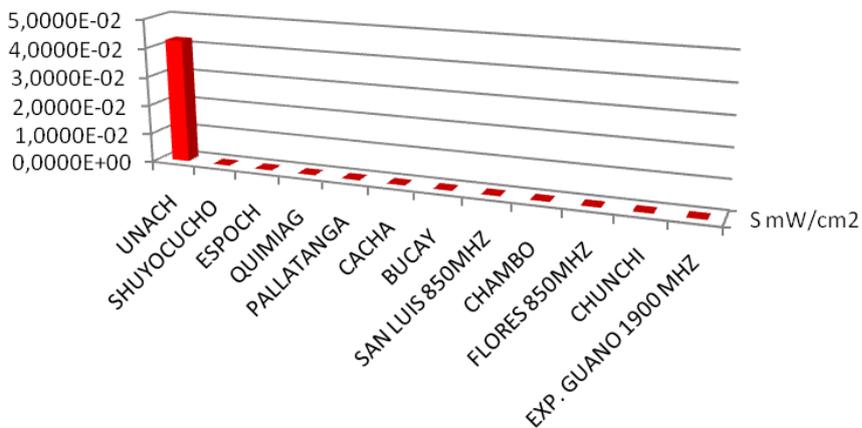
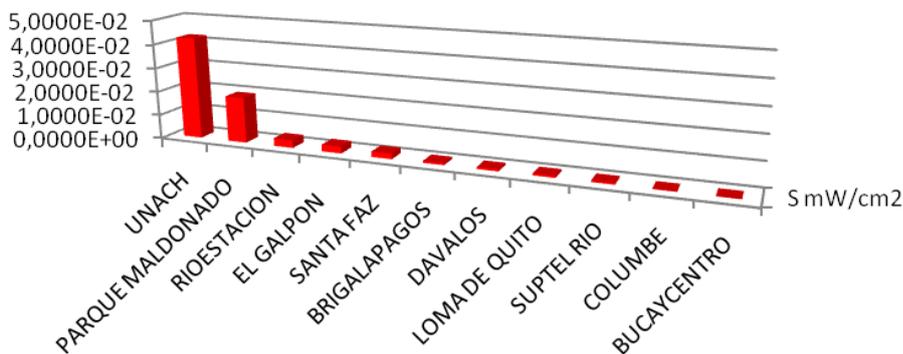
⁵⁶ FUENTE: Las Autoras

⁵⁷ FUENTE: Las Autoras

Tabla VII.VIII. Tabla de valores medidos operadora CONECEL provincia de Chimborazo
(Continuación)

Nº	RADIOBASE	S mW/cm2	VALOR LIMITE (mW/cm2)	CUMPLIMIENTO
20	FLORES 850MHZ	2,4600E-05	0,425	SI CUMPLE
21	CHUNCHI	1,9900E-05	0,425	SI CUMPLE
22	EXP. GUANO	1,9600E-05	0,950	SI CUMPLE
23	ALAU SÍ	1,8100E-05	0,425	SI CUMPLE
24	MULTITUD	1,6600E-05	0,425	SI CUMPLE
25	GUANO 850 MHZ	1,3000E-05	0,425	SI CUMPLE
26	EL GAVILAN	1,2700E-05	0,425	SI CUMPLE
27	GUAMOTE	9,9000E-06	0,425	SI CUMPLE
28	LAS ABRAS	6,6700E-06	0,425	SI CUMPLE
29	SAN ANDRES	5,8200E-06	0,425	SI CUMPLE
30	PENIPE	2,7100E-06	0,425	SI CUMPLE
31	TIXÁN	1,1200E-06	0,425	SI CUMPLE
32	LOMA CUSHCA	1,5200E-08	0,425	SI CUMPLE

CONECEL - CHIMBORAZO



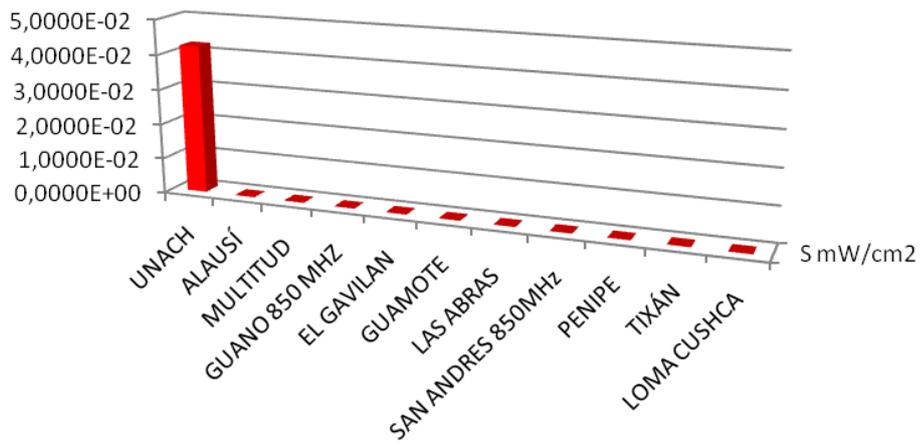


Figura VII. 3 Densidad de potencia estaciones base Provincia de Chimborazo operadora CONECEL⁵⁸

Tabla VII.IX. Tabla de valores medidos operadora CONECEL provincia de Tungurahua⁵⁹

Nº	RADIOBASE	S (mW/cm2)	VALOR LIMITE (mW/cm2)	CUMPLIMIENTO
1	CDLAESPAN3GW84	1,8270E-03	0,425	SI CUMPLE
2	PROA 850MHZ	3,5400E-04	0,425	SI CUMPLE
3	YAHUIRA 850MHZ	3,2600E-04	0,425	SI CUMPLE
4	SAN FRANCISCO	2,6000E-04	0,425	SI CUMPLE
5	INGABAJO 850MHZ	2,0600E-04	0,425	SI CUMPLE
6	EXP.PELILEO1900MHZ	1,7300E-04	0,95	SI CUMPLE
7	EXP.YAHUIRA1900MHZ	1,6500E-04	0,95	SI CUMPLE
8	HUACHI CHICO	1,3500E-04	0,425	SI CUMPLE
9	EL BOSQUE TUNG.	1,1900E-04	0,425	SI CUMPLE
10	PRIMERAIMP	9,1400E-05	0,425	SI CUMPLE
11	HUAMBALO	6,9800E-05	0,425	SI CUMPLE
12	FICOA	5,4900E-05	0,425	SI CUMPLE
13	MALLANDES	4,8300E-05	0,425	SI CUMPLE
14	SOCAVON 850MHZ	2,6100E-05	0,425	SI CUMPLE
15	PELILEO	2,3600E-05	0,425	SI CUMPLE
16	EXP. PRIMERAIMP	2,0800E-05	0,95	SI CUMPLE
17	MOCHA	1,2600E-05	0,425	SI CUMPLE
18	STAROSATU 850MHZ	1,1600E-05	0,425	SI CUMPLE
19	MONTALVO	1,1400E-05	0,425	SI CUMPLE
20	RIONEGRO 850MHZ	3,6000E-06	0,425	SI CUMPLE

⁵⁸ FUENTE: Las Autoras

⁵⁹ FUENTE: Las Autoras

CONECEL - TUNGURAHUA

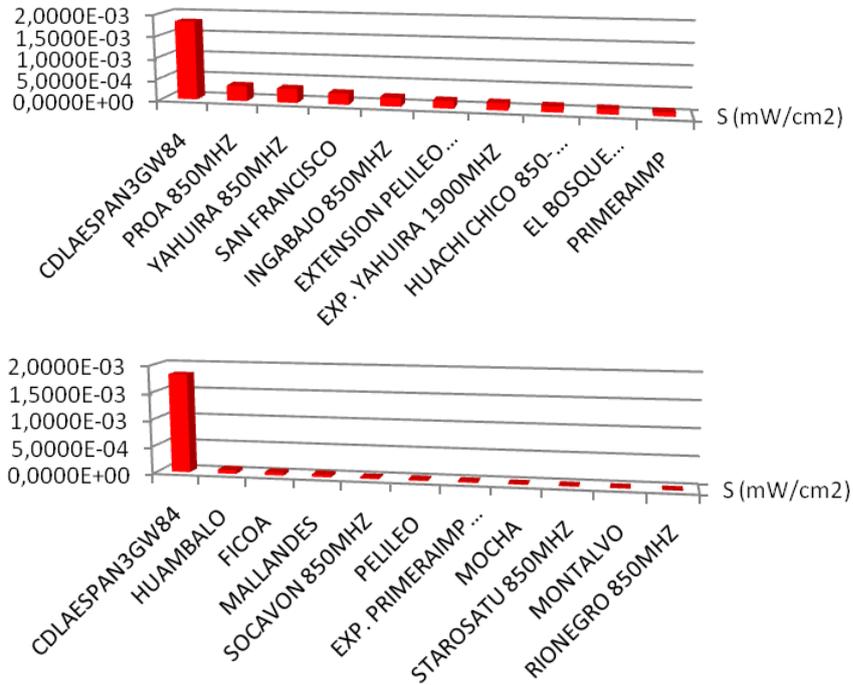


Figura VII. 4 Densidad de potencia estaciones base Provincia de Tungurahua operadora CONECEL⁶⁰

VALORES MAXIMOS DENSIDAD DE POTENCIA DE CADA PROVINCIA

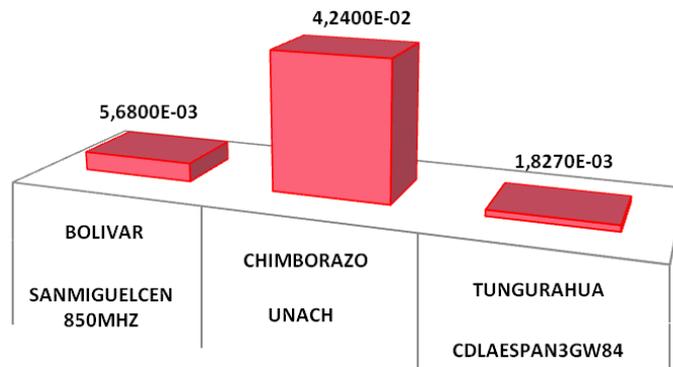


Figura VII. 5. Mayor densidad de potencia de cada provincia operadora CONECEL S.A.⁶¹

⁶⁰ FUENTE: Las Autoras

OTECEL S.A.

Teniendo un total de 45 estaciones bases trabajando en rango de frecuencias de 850 MHz y 19000MHz que opera con tecnología GSM y 3G; con antenas sectorizadas tres (x,y,z) y dos (x,y) sectores.

Tabla VII.X. Tabla de valores medidos operadora OTECEL provincia de Bolívar⁶²

Nº	RADIOBASE	S(mW/cm2)	VALOR LIMITE (mW/cm2)	CUMPLIMIENTO
1	CALVARIO	9,5700E-05	0,425	SI CUMPLE
2	GUANUJO	5,5600E-05	0,425	SI CUMPLE
3	BOLIVAR SALINAS	3,6400E-05	0,425	SI CUMPLE
4	CHIMBO 850NHZ	3,5500E-05	0,425	SI CUMPLE
5	SAN_MIGUEL_DE_BOLIVAR	2,3800E-05	0,425	SI CUMPLE

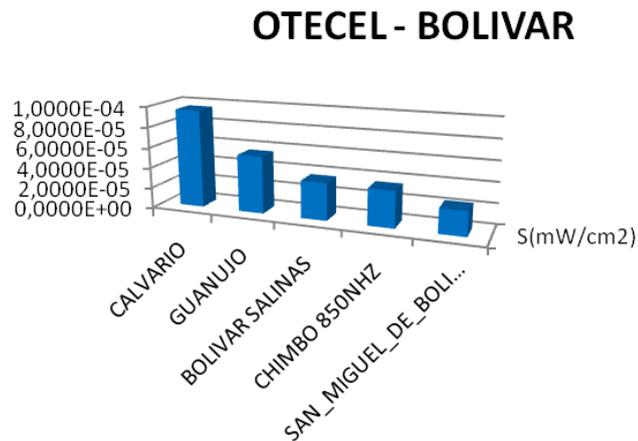


Figura VII. 6. Densidad de potencia estaciones base Provincia de Bolívar operadora OTECEL.⁶³

⁶¹ FUENTE: Las Autoras

⁶² FUENTE: Las Autoras

⁶³ FUENTE: Las Autoras

Tabla VII.XI. Tabla de valores medidos operadora OTECEL provincia de Chimborazo⁶⁴

Nº	RADIOBASE	S mW/cm2	VALOR LIMITE (mW/cm2)	CUMPLIMIENTO
1	GUANO_CENTRO	9,2500E-04	0,425	SI CUMPLE
2	RIO OESTE	7,1600E-04	0,425	SI CUMPLE
3	RIOBAMBA CENTRO	6,6200E-04	0,425	SI CUMPLE
4	EL ALTAR	4,9900E-04	0,425	SI CUMPLE
5	ENTRADA A RIOBAMBA	4,9300E-04	0,425	SI CUMPLE
6	RIOBAMBA ESTE	4,7500E-04	0,425	SI CUMPLE
7	VILLAMARIA	2,4400E-04	0,425	SI CUMPLE
8	UNACH	2,3800E-04	0,425	SI CUMPLE
9	COLUMBE	1,7300E-04	0,425	SI CUMPLE
10	ESPOCH	1,4100E-04	0,425	SI CUMPLE
11	PARQUE INDUSTRIAL	1,3900E-04	0,425	SI CUMPLE
12	GUAMOTE	9,5900E-05	0,425	SI CUMPLE
13	SAN LUIS	6,1300E-05	0,425	SI CUMPLE
14	CHUNCHI	5,9900E-05	0,425	SI CUMPLE
15	ALAUÍ	5,7700E-05	0,425	SI CUMPLE
16	SAN_ANDRES	5,0500E-05	0,425	SI CUMPLE
17	PALLATANGA SUR	3,8800E-05	0,425	SI CUMPLE
18	LOMAS DE COLTA	3,5500E-05	0,425	SI CUMPLE
19	RIOBAMBA NORTE	3,4900E-05	0,425	SI CUMPLE
20	PENIPE_N	3,3600E-05	0,425	SI CUMPLE
21	BUCAYCENTRO	3,0000E-05	0,425	SI CUMPLE
22	COCHA_COLORADA	2,2600E-05	0,425	SI CUMPLE
23	BUCAY	2,1900E-05	0,425	SI CUMPLE
24	GUANO	2,1900E-05	0,425	SI CUMPLE
25	FLORES	1,9900E-05	0,425	SI CUMPLE
26	CACHA	1,8100E-05	0,425	SI CUMPLE
27	GATAZO GRANDE	1,6300E-05	0,425	SI CUMPLE
28	CAJABAMBA	1,4900E-05	0,425	SI CUMPLE
29	PALLATANGA	8,9300E-06	0,425	SI CUMPLE
30	TIXÁN	6,6700E-06	0,425	SI CUMPLE

⁶⁴ FUENTE: Las Autoras

OTECEL - CHIMBORZO

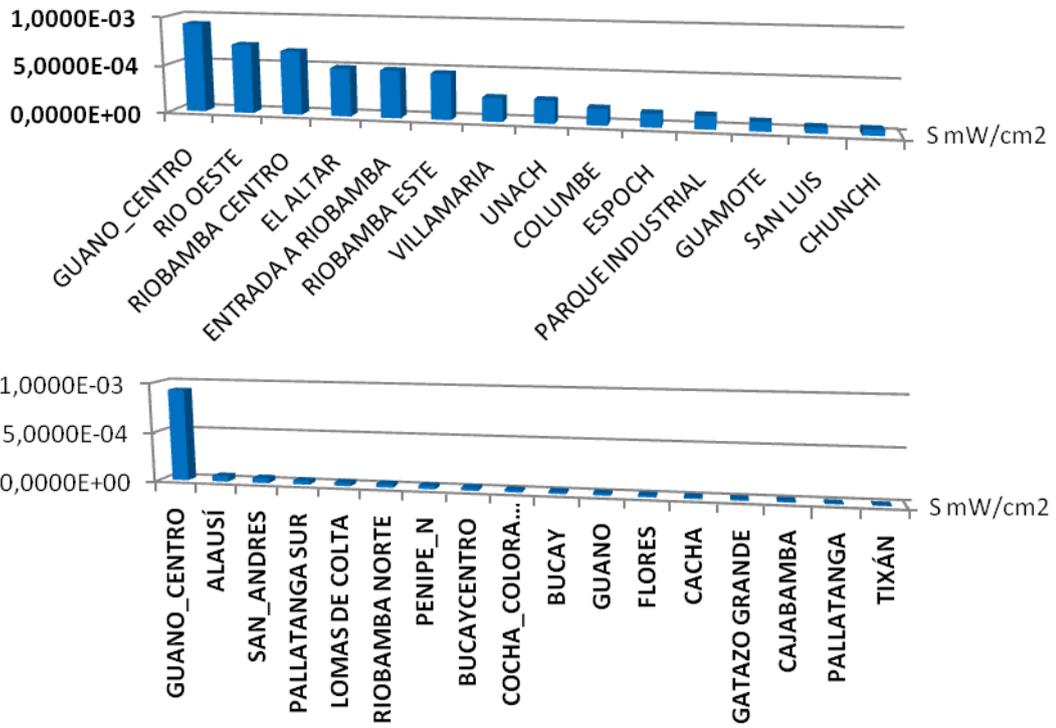


Figura VII. 7. Densidad de potencia estaciones base Provincia de Chimborazo operadora OTECEL⁶⁵

⁶⁵ FUENTE: Las Autoras

Tabla VII.XII. Tabla de valores medidos operadora OTECEL provincia de Tungurahua⁶⁶

Nº	RADIOBASE	S (mW/cm2)	VALOR LIMITE (mW/cm2)	CUMPLIMIENTO
1	BAÑOS	9,1400E-03	0,425	SI CUMPLE
2	MOVIL_MALL_ANDES2	1,9700E-03	0,425	SI CUMPLE
3	SEIS MALL ANDES	1,9700E-03	0,425	SI CUMPLE
4	U_CATOLICA_AMBATO	5,6800E-04	0,425	SI CUMPLE
5	HUAMBALO	5,5500E-04	0,425	SI CUMPLE
6	MALLANDES	2,8000E-04	0,425	SI CUMPLE
7	LA JOYA	2,7700E-04	0,425	SI CUMPLE
8	MEGAMAXIMALL ANDES	2,6800E-04	0,425	SI CUMPLE
9	MOCHA	2,3600E-04	0,425	SI CUMPLE
10	CEVALLOS	6,2200E-05	0,425	SI CUMPLE
11	HUACHI GRANDE	2,7100E-05	0,425	SI CUMPLE
12	MOVIL_LOS_ANDES	1,3000E-05	0,425	SI CUMPLE

OTECEL - TUNGURAHUA

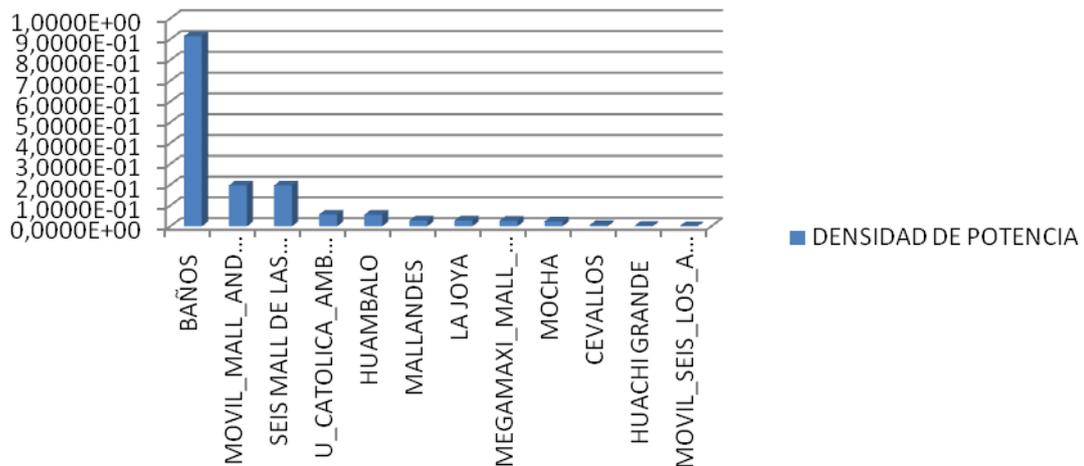


Figura VII. 8. Densidad de potencia estaciones base Provincia de Tungurahua operadora OTECEL⁶⁷

⁶⁶ FUENTE: Las Autoras

⁶⁷ FUENTE: Las Autoras

VALORES MAXIMOS DENSIDAD DE POTENCIA DE CADA PROVINCIA

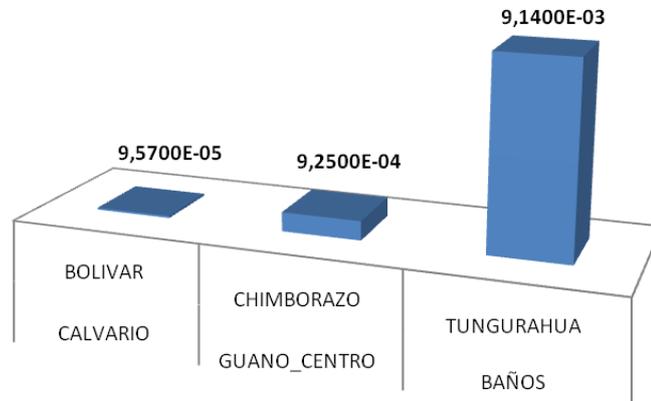


Figura VII. 9. Mayor densidad de potencia de cada provincia operadora OTECEL S.A.⁶⁸

TELECSA S.A.

Realizando las mediciones en un total de 6 estaciones bases que operan en un rango de frecuencia de 19000 MHZ, con tecnología CDMA.

Tabla VII.XIII. Tabla de valores medidos operadora TELECSA provincia de Bolívar.⁶⁹

Nº	RADIOBASE	S(mW/cm2)	VALOR LIMITE (mW/cm2)	CUMPLIMIENTO
1	GUARANDA	1,2600E-06	0,425	SI CUMPLE

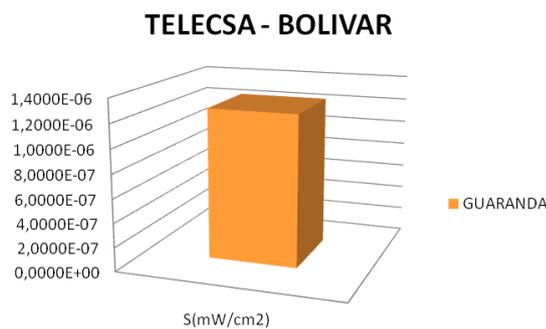


Figura VII. 10. Densidad de potencia estaciones base Provincia de Bolívar operadora TELECSA⁷⁰

⁶⁸ FUENTE: Las Autoras

⁶⁹ FUENTE: Las Autoras

Tabla VII.XIV. Tabla de valores medidos operadora TELECSA provincia de Chimborazo⁷¹

Nº	RADIOBASE	S(mW/cm2)	VALOR LIMITE (mW/cm2)	CUMPLIMIENTO
1	RIO_CENTRO	2,0100E-05	0,950	SI CUMPLE
2	RIO ESTADIO	1,7200E-05	0,950	SI CUMPLE
3	ESPOCH	9,8900E-06	0,950	SI CUMPLE

TELECSA - CHIMBORAZO

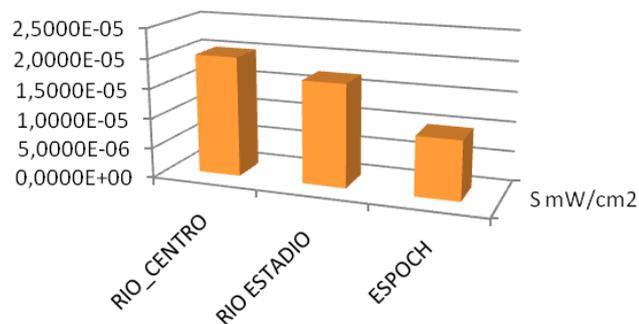


Figura VII. 11. Gráfica densidad de potencia estaciones base Provincia de Chimborazo operadora TELECSA⁷²

Tabla VII.XV. Tabla de valores medidos operadora TELECSA provincia de Tungurahua⁷³

Nº	RADIOBASE	S(mW/cm2)	VALOR LIMITE (mW/cm2)	CUMPLIMIENTO
1	SIMON BOLIVAR	5,7700E-05	0,95	SI CUMPLE
2	AMBATO HUACHI CHICO	1,1300E-05	0,95	SI CUMPLE

⁷⁰ FUENTE: Las Autoras

⁷¹ FUENTE: Las Autoras

⁷² FUENTE: Las Autoras

⁷³ FUENTE: Las Autoras

TELECSA - TUNGURAHUA

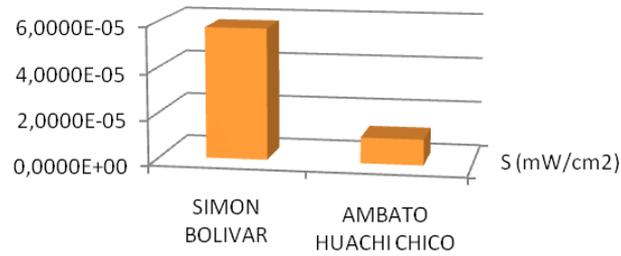


Figura VII. 12. Densidad de potencia estaciones base Provincia de Tungurahua operadora TELECSA⁷⁴

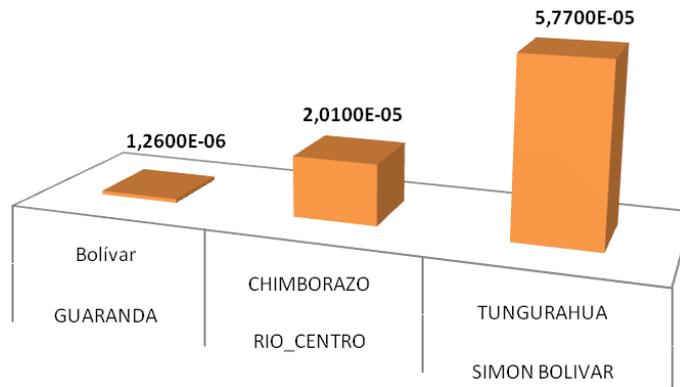


Figura VII. 13. Mayor densidad de potencia de cada provincia operadora TELECSA S.A.⁷⁵

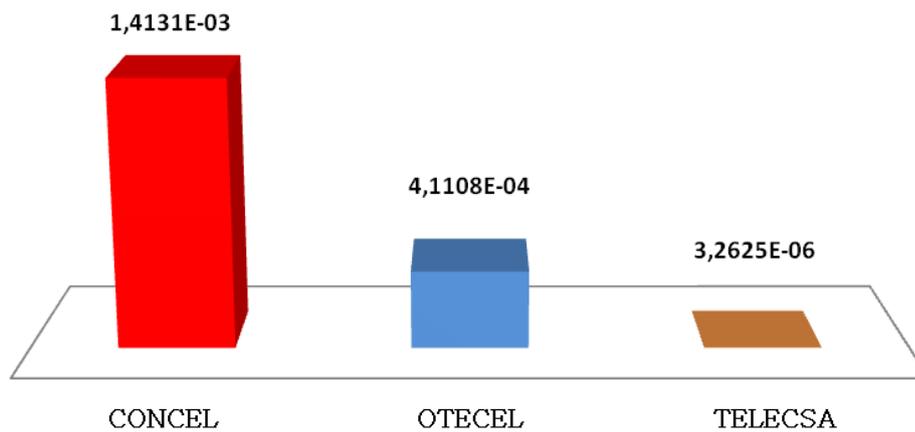


Figura VII. 14. Valores promedio de emisión de densidad de potencia por operadora⁷⁶

⁷⁴ FUENTE: Las Autoras

⁷⁵ FUENTE: Las Autoras

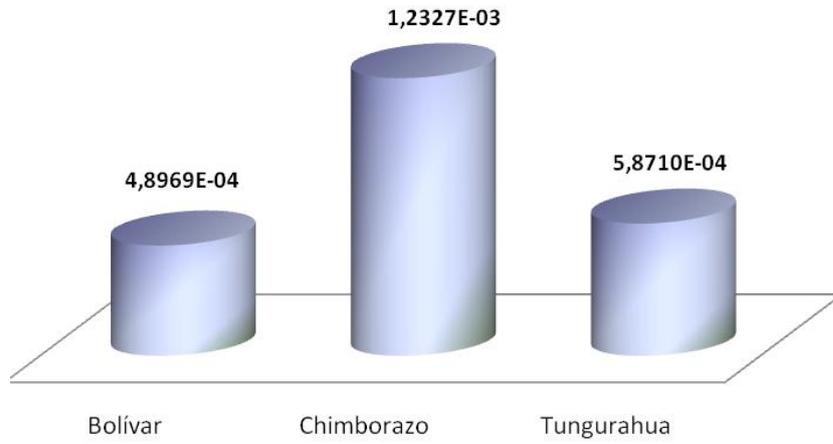


Figura VII. 15. Valores promedio de emisión de densidad de potencia por provincia⁷⁷

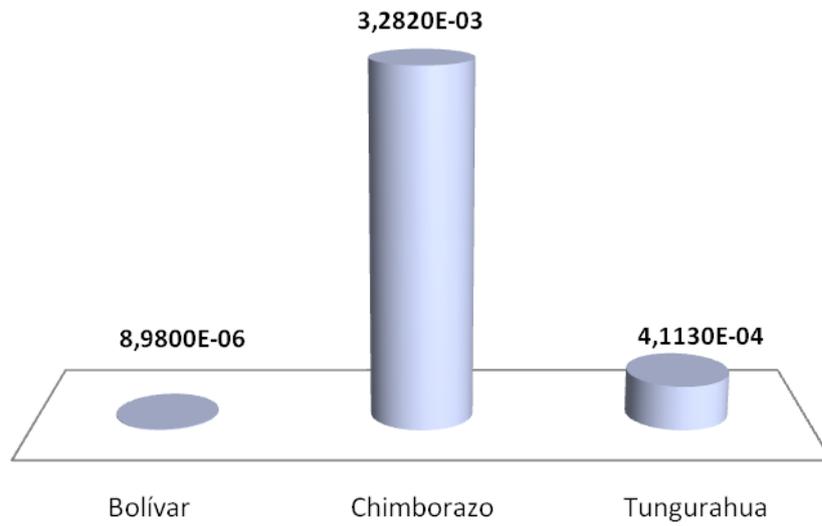


Figura VII. 16. Valores promedio de emisión de densidad de potencia por capital de provincia⁷⁸

⁷⁶ FUENTE: Las Autoras

⁷⁷ FUENTE: Las Autoras

⁷⁸ FUENTE: Las Autoras

COMPARACIÓN ENTRE LOS VALORES MEDIDOS Y LA NORMATIVA VIGENTE NACIONAL

BANDA 850MHZ

Tabla VII.XVI. Comparación valor medido con límite nacional banda 850 MHZ⁷⁹

N°	NOMBRE RADIOBASE	OPERADORA	DENSIDAD DE POTENCIA mW/cm2		% Respecto al Limite Nacional	PROVINCIA
			Valor Medido	Limite Nacional		
1	CALVARIO	CONECEL	1,6600E-05	0,425	0,003905882	BOLIVAR
2	CALVARIO	OTECCEL	9,5700E-05	0,425	0,022517647	BOLIVAR
3	GUANUJO	OTECCEL	5,5600E-05	0,425	0,013082353	BOLIVAR
4	CARNAVAL	CONECEL	1,6700E-05	0,425	0,003929412	BOLIVAR
5	GUANUJO 850MHZ	CONECEL	2,9600E-04	0,425	0,069647059	BOLIVAR
6	SANMIGUELCEN 850MHZ	CONECEL	5,6800E-03	0,425	1,336470588	BOLIVAR
7	CHIMBO	CONECEL	3,7300E-05	0,425	0,008776471	BOLÍVAR
8	CHIMBO 850NHZ	OTECCEL	3,5500E-05	0,425	0,008352941	BOLIVAR
9	BOLIVAR SALINAS	OTECCEL	3,6400E-05	0,425	0,008564706	BOLÍVAR
10	SAN_MIGUEL_DE_BOLIVAR	OTECCEL	2,3800E-05	0,425	0,0056	BOLÍVAR

⁷⁹ FUENTE: Las Autoras

Tabla VII.XVI. Comparación valor medido con límite nacional banda 850 MHZ (Continuación)

N°	NOMBRE RADIOBASE	OPERADORA	DENSIDAD DE POTENCIA mW/cm ²		% Respecto al Límite Nacional	PROVINCIA
			Valor Medido	Límite Nacional		
11	NEWPORVENIR 850MHz	CONECCEL	6,8700E-05	0,425	0,016164706	BOLÍVAR
12	SALINERITO	CONECCEL	2,0600E-07	0,425	4,84706E-05	BOLÍVAR
13	CHUNCHI	OTECCEL	5,9900E-05	0,425	0,014094118	CHIMBORAZO
14	COLUMBE	OTECCEL	1,7300E-04	0,425	0,040705882	CHIMBORAZO
15	BUCAYCENTRO	OTECCEL	3,0000E-05	0,425	0,007058824	CHIMBORAZO
16	BUCAY	OTECCEL	2,1900E-05	0,425	0,005152941	CHIMBORAZO
17	ALAUÍ	CONECCEL	1,8100E-05	0,425	0,004258824	CHIMBORAZO
18	GUAMOTE	OTECCEL	9,5900E-05	0,425	0,022564706	CHIMBORAZO
19	GUANO	OTECCEL	2,1900E-05	0,425	0,005152941	CHIMBORAZO
20	GUANO_CENTRO	OTECCEL	9,2500E-04	0,425	0,217647059	CHIMBORAZO
21	BRIGALAPAGOS	CONECCEL	8,1600E-04	0,425	0,192	CHIMBORAZO
22	BUCAY	CONECCEL	4,5100E-05	0,425	0,010611765	CHIMBORAZO
23	PENIPE_N	OTECCEL	3,3600E-05	0,425	0,007905882	CHIMBORAZO
24	BUCAYCENTRO	CONECCEL	9,1100E-05	0,425	0,021435294	CHIMBORAZO
25	CACHA	CONECCEL	4,7600E-05	0,425	0,0112	CHIMBORAZO

Tabla VII.XVI. Comparación valor medido con límite nacional banda 850 MHZ (Continuación)

N°	NOMBRE RADIOBASE	OPERADORA	DENSIDAD DE POTENCIA mW/cm ²		% Respecto al Límite Nacional	PROVINCIA
			Valor Medido	Límite Nacional		
26	CHAMBO	CONECCEL	2,6100E-05	0,425	0,006141176	CHIMBORAZO
27	CHUNCHI	CONECCEL	1,9900E-05	0,425	0,004682353	CHIMBORAZO
28	DAVALOS	CONECCEL	7,7300E-04	0,425	0,181882353	CHIMBORAZO
29	EL GALPON	CONECCEL	2,8300E-03	0,425	0,665882353	CHIMBORAZO
30	EL ALTAR	OTECCEL	4,9900E-04	0,425	0,117411765	CHIMBORAZO
31	EL GAVILAN	CONECCEL	1,2700E-05	0,425	0,002988235	CHIMBORAZO
32	CACHA	OTECCEL	1,8100E-05	0,425	0,004258824	CHIMBORAZO
33	SAN_ANDRES	OTECCEL	5,0500E-05	0,425	0,011882353	CHIMBORAZO
34	ESPOCH	CONECCEL	6,6500E-05	0,425	0,015647059	CHIMBORAZO
35	COCHA_COLORADA	OTECCEL	2,2600E-05	0,425	0,005317647	CHIMBORAZO
36	FLORES 850MHZ	CONECCEL	2,4600E-05	0,425	0,005788235	CHIMBORAZO
37	ALAUŚÍ	OTECCEL	5,7700E-05	0,425	0,013576471	CHIMBORAZO
38	GUANO 850 MHZ	CONECCEL	1,3000E-05	0,425	0,003058824	CHIMBORAZO
39	TIXÁN	OTECCEL	6,6700E-06	0,425	0,001569412	CHIMBORAZO

Tabla VII.XVI. Comparación valor medido con límite nacional banda 850 MHZ (Continuación)

N°	NOMBRE RADIOBASE	OPERADORA	DENSIDAD DE POTENCIA mW/cm ²		% Respecto al Límite Nacional	PROVINCIA
			Valor Medido	Límite Nacional		
40	LAS ABRAS	CONECCEL	6,6700E-06	0,425	0,001569412	CHIMBORAZO
41	PALLATANGA SUR	OTECEL	3,8800E-05	0,425	0,009129412	CHIMBORAZO
42	PALLATANGA	OTECEL	8,9300E-06	0,425	0,002101176	CHIMBORAZO
43	LOMA CUSHCA	CONECCEL	1,5200E-08	0,425	3,57647E-06	CHIMBORAZO
44	CAJABAMBA	OTECEL	1,4900E-05	0,425	0,003505882	CHIMBORAZO
45	LOMA DE QUITO	CONECCEL	7,1900E-04	0,425	0,169176471	CHIMBORAZO
46	GATAZO GRANDE	OTECEL	1,6300E-05	0,425	0,003835294	CHIMBORAZO
47	SAN LUIS	OTECEL	6,1300E-05	0,425	0,014423529	CHIMBORAZO
48	MULTITUD	CONECCEL	1,6600E-05	0,425	0,003905882	CHIMBORAZO
49	FLORES	OTECEL	1,9900E-05	0,425	0,004682353	CHIMBORAZO
50	PALLATANGA	CONECCEL	5,1800E-05	0,425	0,012188235	CHIMBORAZO
51	ENTRADA A RIOBAMBA	OTECEL	4,9300E-04	0,425	0,116	CHIMBORAZO
52	UNACH	OTECEL	2,3800E-04	0,425	0,056	CHIMBORAZO
53	RIOBAMBA ESTE	OTECEL	4,7500E-04	0,425	0,111764706	CHIMBORAZO

Tabla VII.XVI. Comparación valor medido con límite nacional banda 850 MHZ (Continuación)

N°	NOMBRE RADIOBASE	OPERADORA	DENSIDAD DE POTENCIA mW/cm ²		% Respecto al Límite Nacional	PROVINCIA
			Valor Medido	Límite Nacional		
54	PARQUE MALDONADO	CONECEL	1,9100E-02	0,425	4,494117647	CHIMBORAZO
55	RIOBAMBA NORTE	OTECEL	3,4900E-05	0,425	0,008211765	CHIMBORAZO
56	PENIPE	CONECEL	2,7100E-06	0,425	0,000637647	CHIMBORAZO
57	RIOBAMBA CENTRO	OTECEL	6,6200E-04	0,425	0,155764706	CHIMBORAZO
58	PARQUE INDUSTRIAL	OTECEL	1,3900E-04	0,425	0,032705882	CHIMBORAZO
59	QUIMIAG	CONECEL	5,6600E-05	0,425	0,013317647	CHIMBORAZO
60	RIOESTACION	CONECEL	3,1900E-03	0,425	0,750588235	CHIMBORAZO
61	RIO OESTE	OTECEL	7,1600E-04	0,425	0,168470588	CHIMBORAZO
62	SAN ANDRES 850MHZ	CONECEL	5,8200E-06	0,425	0,001369412	CHIMBORAZO
63	SAN LUIS 850MHZ	CONECEL	3,4100E-05	0,425	0,008023529	CHIMBORAZO
64	VILLAMARIA	OTECEL	2,4400E-04	0,425	0,057411765	CHIMBORAZO
65	LOMAS DE COLTA	OTECEL	3,5500E-05	0,425	0,008352941	CHIMBORAZO
66	SANTA FAZ	CONECEL	2,2800E-03	0,425	0,536470588	CHIMBORAZO
67	SHUYOCUCHO	CONECEL	7,1200E-05	0,425	0,016752941	CHIMBORAZO

Tabla VII.XVI. Comparación valor medido con límite nacional banda 850 MHZ (Continuación)

N°	NOMBRE RADIOBASE	OPERADORA	DENSIDAD DE POTENCIA mW/cm ²		% Respecto al Límite Nacional	PROVINCIA
			Valor Medido	Límite Nacional		
68	TIXÁN	CONECCEL	1,1200E-06	0,425	0,000263529	CHIMBORAZO
69	UNACH	CONECCEL	4,2400E-02	0,425	9,976470588	CHIMBORAZO
70	ESPOCH	OTECCEL	1,4100E-04	0,425	0,033176471	CHIMBORAZO
71	CDLAESPAN3GW84	CONECCEL	1,8270E-03	0,425	0,429882353	TUNGURAHUA
72	U_CATOLICA_AMBATO	OTECCEL	5,6800E-04	0,425	0,133647059	TUNGURAHUA
73	MOVIL_SEIS_LOS_ANDES	OTECCEL	1,3000E-05	0,425	0,003058824	TUNGURAHUA
74	EL BOSQUE TUNGURAHUA	CONECCEL	1,1900E-04	0,425	0,028	TUNGURAHUA
75	HUACHI GRANDE	OTECCEL	2,7100E-05	0,425	0,006376471	TUNGURAHUA
76	MALLANDES	OTECCEL	2,8000E-04	0,425	0,065882353	TUNGURAHUA
77	MEGAMAXI_MALL_DE_LOS_ANDES	OTECCEL	2,6800E-04	0,425	0,063058824	TUNGURAHUA
78	FICOA	CONECCEL	5,4900E-05	0,425	0,012917647	TUNGURAHUA
79	MOVIL_MALL_ANDES2	OTECCEL	1,9700E-03	0,425	0,463529412	TUNGURAHUA
80	MOCHA	OTECCEL	2,3600E-04	0,425	0,055529412	TUNGURAHUA
81	HUAMBALO	CONECCEL	6,9800E-05	0,425	0,016423529	TUNGURAHUA

Tabla VII.XVI. Comparación valor medido con límite nacional banda 850 MHZ (Continuación)

N°	NOMBRE RADIOBASE	OPERADORA	DENSIDAD DE POTENCIA mW/cm ²		% Respecto al Limite Nacional	PROVINCIA
			Valor Medido	Limite Nacional		
82	CEVALLOS	OTECEL	6,2200E-05	0,425	0,014635294	TUNGURAHUA
83	INGABAJO 850MHZ	CONECCEL	2,0600E-04	0,425	0,048470588	TUNGURAHUA
84	MALLANDES	CONECCEL	4,8300E-05	0,425	0,011364706	TUNGURAHUA
85	MOCHA	CONECCEL	1,2600E-05	0,425	0,002964706	TUNGURAHUA
86	MONTALVO	CONECCEL	1,1400E-05	0,425	0,002682353	TUNGURAHUA
87	PELILEO	CONECCEL	2,3600E-05	0,425	0,005552941	TUNGURAHUA
88	PRIMERAIMP	CONECCEL	9,1400E-05	0,425	0,021505882	TUNGURAHUA
89	PROA 850MHZ	CONECCEL	3,5400E-04	0,425	0,083294118	TUNGURAHUA
90	HUAMBALO	OTECEL	5,5500E-04	0,425	0,130588235	TUNGURAHUA
91	RIONEGRO 850MHZ	CONECCEL	3,6000E-06	0,425	0,000847059	TUNGURAHUA
92	SAN FRANCISCO	CONECCEL	2,6000E-04	0,425	0,061176471	TUNGURAHUA
93	SEIS MALL DE LAS ANDES	OTECEL	1,9700E-03	0,425	0,463529412	TUNGURAHUA
94	LA JOYA	OTECEL	2,7700E-04	0,425	0,065176471	TUNGURAHUA

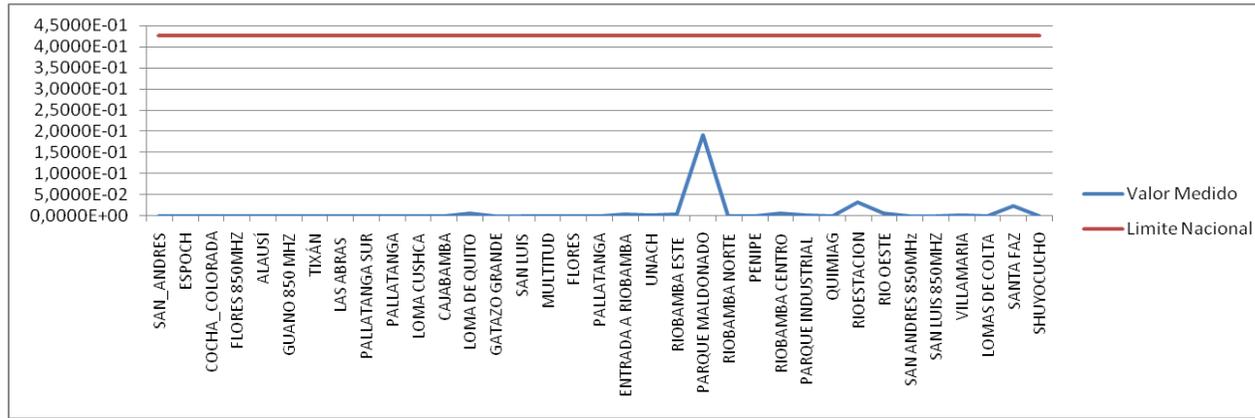


Figura VII. 18. Gráfica valor medido vs porcentaje Limite Nacional banda 850 MHZ parte 2⁸¹

⁸¹ FUENTE: Las Autoras

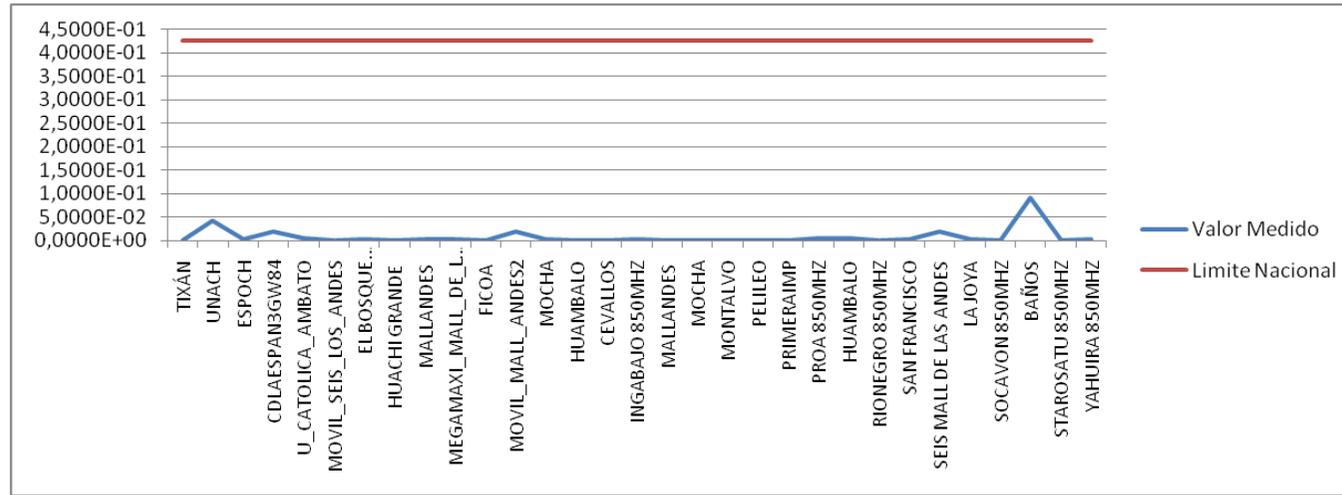


Figura VII. 19. Gráfica valor medido vs porcentaje Limite Nacional banda 850 MHz parte 3⁸²

⁸² FUENTE: Las Autoras

COMPARACIÓN ENTRE LOS VALORES MEDIDOS Y LA NORMATIVA VIGENTE NACIONAL
BANDA 1900MHZ

Tabla VII.XVII. Comparación valor medido con límite nacional banda 1900 MHz⁸³

N°	NOMBRE RADIOBASE	OPERADORA	DENSIDAD DE POTENCIA mW/cm ²		% Con Respecto al Limite Nacional	PROVINCIA
			Valor Medido	Limite Nacional		
1	GUARANDA	TELECSA	1,2600E-06	0,95	0,000132632	Bolívar
2	EXP. GUANO 1900 MHZ	CONECEL	1,9600E-05	0,95	0,002063158	CHIMBORAZO
3	RIO_CENTRO	TELECSA	2,0100E-05	0,95	0,002115789	CHIMBORAZO
4	RIO ESTADIO	TELECSA	1,7200E-05	0,95	0,001810526	CHIMBORAZO
5	SUPTEL RIO	CONECEL	5,6800E-04	0,95	0,059789474	CHIMBORAZO
6	ESPOCH	TELECSA	9,8900E-06	0,95	0,001041053	CHIMBORAZO
7	EXP. PRIMERAIMP 1900MHZ	CONECEL	2,0800E-05	0,95	0,002189474	TUNGURAHUA
8	EXP. YAHUIRA 1900MHZ	CONECEL	1,6500E-04	0,95	0,017368421	TUNGURAHUA

⁸³ FUENTE: Las Autoras

Tabla VII.XVII. Comparación valor medido con límite nacional banda 1900 MHZ (Continuación)

N°	NOMBRE RADIOBASE	OPERADORA	DENSIDAD DE POTENCIA mW/cm ²		% Con Respecto al Limite Nacional	PROVINCIA
			Valor Medido	Limite Nacional		
9	HUACHI CHICO 850-1900MHZ	CONECEL	1,3500E-04	0,95	0,014210526	TUNGURAHUA
10	EXTENSION PELILEO 1900MHZ	CONECEL	1,7300E-04	0,95	0,018210526	TUNGURAHUA
11	AMBATO HUACHI CHICO	TELECSA	1,1300E-05	0,95	0,001189474	TUNGURAHUA
12	SIMON BOLIVAR	TELECSA	5,7700E-05	0,95	0,006073684	TUNGURAHUA

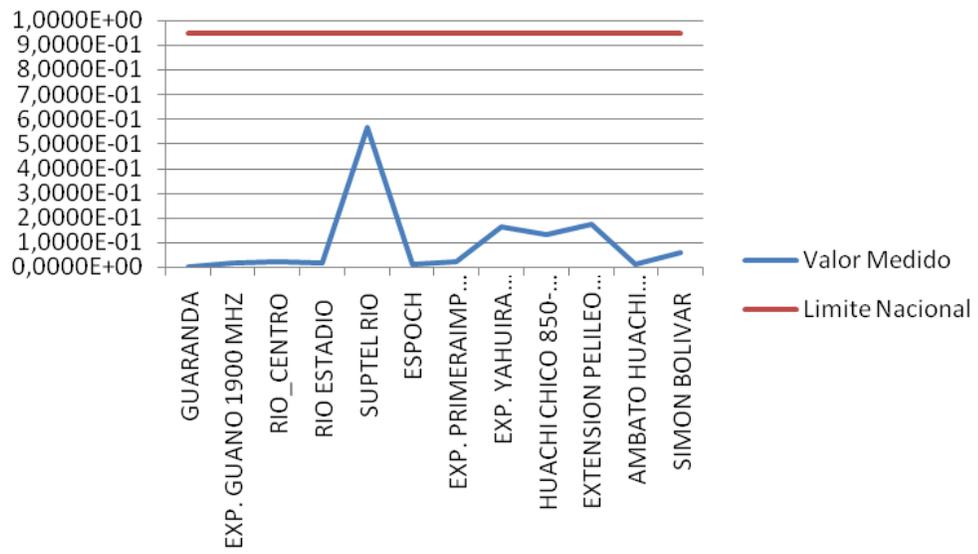


Figura VII. 20. Gráfica valor medido vs porcentaje Limite Nacional banda 1900MHZ⁸⁴

⁸⁴ FUENTE: Las Autoras

CONCLUSIONES

1. Luego de realizar las mediciones de RNI en 110 estaciones base de las distintas operadoras existentes en nuestro país, evidenciamos que los niveles de radiación no ionizante producidas por las Sistemas Móvil Avanzado en las provincias de Bolívar, Chimborazo y Tungurahua, cumplen con la normativa establecida en el **“REGLAMENTO DE PROTECCIÓN DE EMISIONES DE RADIACIÓN NO IONIZANTE GENERADAS POR USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO”**, emitido mediante **RESOLUCION 01-01-CONATEL-2005** del 11 de enero del 2005.
2. La radiación es una forma de energía en movimiento que está presente en nuestro mundo de forma natural o artificial, cada momento de nuestras vidas estamos expuestos a diversas formas de radiación.
3. El promedio de emisión de densidad de potencia es igual a 0,000927 mW/cm² del total estaciones bases medidas, equivalente a un porcentaje de 0.002181% en comparación al límite nacional que tiene un valor de 0,425 mW/cm² y 0,95 mW/cm².
4. NARDA SMR 3000 nos permite realizar una evaluación directa de exposición del campo electromagnético, permitiéndonos seleccionar distintas normas existentes; en el caso de este trabajo se utilizo la norma internacional ICNIRP 1998 escala ocupacional.

5. La Organización Mundial de la Salud, por varios años lleva realizando investigaciones sobre radiación ionizantes, en función de las cuales ha efectuado recomendaciones sobre los límites máximos de exposición humana a las Ondas Electromagnéticas. Hasta la actualidad, este Organismo Internacional, no ha detectado que se produzcan efectos adversos en la salud dentro de los límites establecidos.
6. La desinformación sobre la emisión de RNI hace que la ciudadanía en general tenga un conocimiento erróneo de los efectos que causa la exposición de radiación además del temor a contraer algún tipo de enfermedad, por tal motivo durante la realización del trabajo de campo se informo a la comunidad que los valores de la radiación medida no exceden del límite nacional establecido.
7. La utilización de telefonía celular no se ve afectada por el exceso de niveles de radiaciones no ionizantes, sin embargo de aquello, por el contrario el uso excesivo de esta tecnología ocasiona diversos problemas enfocados desde otros puntos de vista: distracción, adicción y hasta es considerado como una necesidad básica del ser humano.

RECOMENDACIONES

1. Al momento de elegir los puntos para las mediciones en cada estación base es recomendable tomar en cuenta la dirección de los paneles de cobertura de las antenas para que dicha medición sea correcta.
2. Se recomienda que el Organismo Técnico de Control encargado del manejo de las radiaciones no ionizantes (Superintendencia de Telecomunicaciones) realice campañas de información a nivel nacional con la finalidad de que la ciudadanía conozca acerca del tema y despeje sus dudas acerca de si este tipo de radiaciones son perjudiciales para su salud.
3. A pesar que la Superintendencia de Telecomunicaciones informa a la ciudadanía de los niveles de radiación es recomendable realizar una campaña de difusión amplia de resultados de las mediciones realizadas, que sirvan como base para investigaciones posteriores.
4. Se recomienda que los operadores de servicios celulares coloquen la debida señalización y cercas en sus Radiobases con la finalidad de que personas no autorizadas, en especial los niños no accedan a estos emisores de radiación.
5. Es realmente importante que la colectividad brinde su total colaboración para que los diferentes organismos de control realicen una permanente

vigilancia al funcionamiento de la operadoras de telefonía celular con ello nos beneficiaremos todos en común.

6. Se recomienda que los datos obtenidos utilicen de base para futuros estudios y toma de decisiones.
7. Es necesario que los municipios creen una ordenanza que regule, autorice y controle la creación de la infraestructura de estaciones base de Servicio Móvil Avanzado, con el fin de reducir el impacto ambiental, la interferencia en las actividades o la circulación vehicular y peatonal; adoptando las medidas de proporción y mimetización necesarias.

RESUMEN

Se realizó la medición y el análisis de los niveles de radiación no ionizante producidos por los Sistemas Autorizados de Servicio Móvil Avanzado, en las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar, para verificar si se encuentran dentro del límite establecido en el reglamento nacional.

Para llevar a cabo las mediciones mencionadas, hemos utilizado en nuestro trabajo el método analítico; la observación directa a la ubicación de las 110 Estaciones Bases que permiten el funcionamiento de las operadoras de telefonía móvil celular (CONECEL, OTECEL y TELECSA) posterior a ello, procedimos a realizar cuidadosamente las mediciones de los niveles de RNI que estas estaciones base producen para tener una base con la que se pueda comparar los valores de radiación obtenidos y establecer si dichos niveles sobrepasan o no los límites establecidos, ha sido desarrollado con la utilización del equipo NARDA SMR3000 de propiedad de la SUPERTEL, respetando el “Reglamento de protección de emisiones de radiación no ionizante generadas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico” en el cual se establecen Límites máximo de radiación; por último, se han realizado campañas de difusión a la ciudadanía, poniendo énfasis en explicar que son las radiaciones no ionizantes para bienestar de la ciudadanía.

De las mediciones y análisis realizadas, resulto que todos los valores medidos correspondientes a densidad de potencias están por debajo de los límites de exposición poblacional vigentes en la normativa nacional; además, se ha podido determinar en general, que la ciudadanía desconoce que son las radiaciones no ionizantes generadas por las distintas Estaciones Base instaladas en su alrededor.

Es conveniente que los respectivos organismos de control pertinente realicen periódicamente inspecciones rutinarias a las diferentes operadoras de Telefonía Celular Móvil del país, a fin de que éstas sepan del mencionado control y eviten irrespetar las disposiciones vigentes para su funcionamiento. Además, es importante que los ciudadanos estemos al tanto de cuales son aquellas situaciones que perjudican al medio ambiente y a la salud humana por el manejo, uso y funcionamiento de las operadoras de telefonía móvil celular.

SUMMARY

We performed the measurement and analysis of radiation levels not ionizing produced for the authorized systems of advanced mobile service, in Chimborazo, Tungurahua and Bolívar Provinces, to verify if they are into the established limits in the national regulation.

To do the mentioned measurement, we have used in our investigation analytic method, direct observation to the location of the 110 base stations which let the functioning of the mobile operations (CONECEL, OTECEL AND TELECSA) then, we did the measurement of RNI levels that these stations produce; to have a base to compare the radiation levels got and establish if these levels exceed or not the established limits, they have been developed with the use of NARDA SMR3000 equipment of SUPERTEL, the Protection of non ionizing radiation emissions regulations generated for the use of frequency radioelectric spectrum; in which we established the maximum limits of radiation; at the end we have done broadcast campaigns for citizenship, putting emphasis in explain what are the non ionizing radiation.

From these measurement and analysis, the result was that all the values measured correspond to the potency density they are low of the exposition population limits in force; in addition we have determined that the population don't know what the radiations are.

It is convenient that the corresponding organisms of control, did periodically routinely inspections to the different operators of mobile phone in the country, with the aim that they know the functioning. In addition it is important that the citizens

are bear on mind about the prejudicial situations for the environment and human health because of the manage, use and functioning of the mobile phone operators.

BIBLOGRAFIA

1. CRUZ ORNETTA, V. Mediciones y evaluación de las radiaciones no ionizantes de cuarenta estaciones bases de servicios de comunicaciones móviles en la ciudad de Lima, Perú Sistem Graf Israel 2005 Pp. 17-25.
2. TOMASI, W. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, 2. ed., Mexico Prentice Hall 1996 Pp. 5.
3. BENGT, K. Campos eléctricos y magnéticos y consecuencias para la salud, Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo, España 2001 Pp12.
4. COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN ELECTROTÉCNICA, CENELEC EN 54000. Basic standard to demonstrate the compliance of fixed equipment for radio transmission (110 MHz - 40 GHz) intended for use in wireless telecommunication networks with the basic restrictions or the reference levels related to general public exposure to radio frequency electromagnetic fields, when put into service, Estados Unidos 2006 Pp 30.
5. COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN ELECTROTÉCNICA, CENELEC EN 50383. Basic standard for the calculation and measurement of electromagnetic field strength and SAR related to human exposure from radio base stations and fixed terminal stations for wireless telecommunications system (110 MHz – 40 GHz), Estados Unidos 2003 Pp32.

6. CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. "Reglamento de Protección de Emisiones de Radiación No Ionizante generadas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico", Ecuador 2005 Pp12.
7. ICNIRP, COMISIÓN INTERNACIONAL SOBRE PROTECCIÓN FRENTE A RADIACIONES NO IONIZANTES. Recomendaciones para limitar la Exposición a campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 GHz), Estados Unidos 1999 Pp28.
8. NARDA SAFETY TEST SOLUTIONS. Manual de funcionamiento del Medidor Selectivo de RadiaciónSRM-3000, Alemania Pfullingen 2007 Pp328.
9. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Estableciendo un Diálogo sobre los Riesgos de los Campos Electromagnéticos, Estados Unidos 2007 Pp102.

ENLACES WEB

1. NORMAS Y REGLAMENTOS.

<http://www.madrid.org>. Noviembre 2006

(2010-07-25)

http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php.

(2010-07-28)

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/207/5/Capitulo%204.pdf>

(2010-07-10)

<http://www.fcc.gov/cgb/consumerfacts/spanish/sar.pdf>.

(2010-08-16)

2. RADIACION ELECTROMAGNETICA

http://www.mtas.es/es/publica/pub_electronicas/destacadas/enciclo/general/contenido/tomo2/49.pdf DOC RNI.

(2010-07-28)

<http://www.asenmac.com/radiacion/radia2.htm>

(2010-07-28)

<http://www.caprotecsa.com/users/webmaster/images/norma%20radiaciones%20no%20ionizantes.pdf>

(2010-07-25)

http://www.farn.org.ar/investigacion/codigo_ambiental/informe_final_dic07/RE/re_campos.pdf.

(2010-09-10)

3. TELEFONIA MOVIL

<http://es.kioskea.net/contents/telephonie-mobile/reseaux-mobiles.php3>

(2010-08-20)

[http://www.citefa.gov.ar/soluciones_tecno/Antenas/Informe_sobre_Radiacion de Telefonía Móvil Celular.pdf](http://www.citefa.gov.ar/soluciones_tecno/Antenas/Informe_sobre_Radiacion_de_Telefonia_Movil_Celular.pdf)

(2010-07-25)

4. TEMAS VARIOS

<http://www.mapinfo.co.uk/>

(2010-08-25)

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCION 01-01-CONATEL-2005 EL CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CONATEL

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con lo señalado en el artículo innumerado primero del artículo 10 de la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones es el ente de Administración y Regulación de las telecomunicaciones en el país.

Que el artículo 247 de la Constitución Política de la República, así como también el artículo 47 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, disponen que el Espectro Radioeléctrico es un recurso natural limitado perteneciente al dominio público del Estado; en consecuencia es inalienable e imprescriptible.

Que mediante Oficios STL-3011 del 30 de diciembre de 2003, STL-0048 del 13 de enero de 2004 y STL-0306 del 17 de febrero de 2004, la Superintendencia de Telecomunicaciones, pone de manifiesto la necesidad de emitir una Norma Técnica de Seguridad para el control de emisiones de radiofrecuencia en radio bases en el país o de considerarse adecuado, adoptar en el país alguna legislación internacional respecto al tema.

Que la Asociación de Empresas de Telecomunicaciones (ASETEL), mediante oficio No. 24 AS-2004 del 9 de marzo de 2004, solicita al Señor Presidente del CONATEL, la elaboración de una norma técnica para la instalación de antenas de radio bases de telefonía móvil necesaria para el desarrollo de la industria de telecomunicaciones en el país.

Que mediante Oficios Nos. 761 CONATEL-03 y 118 CONATEL-2004, de 27 de noviembre de 2003 y del 12 de marzo de 2004 el Señor Presidente del CONATEL, solicita a la SNT elaborar un proyecto de norma técnica para la instalación de antenas de radio bases de telefonía móvil.

Que la Organización Mundial de la Salud (OMS) mantiene el Proyecto Internacional CEM "Internacional EMF PROYECT" sobre los efectos de los Campos Electromagnéticos (CEM) en

la salud, y de cuyos estudios hasta la fecha, no existen informes o datos comprobados de afectación, sin embargo con el carácter de preventivo se han expedido en otros países normas y reglamentos de protección de Emisiones de Radiación No Ionizante.

Que la Unión Internacional de Telecomunicaciones expidió la Recomendación UIT-T K.52 "Orientación sobre el cumplimiento de los límites de Exposición de las Personas a los campos electromagnéticos", para facilitar el cumplimiento por las instalaciones de telecomunicaciones de los límites de seguridad cuando existe exposición de las personas a campos electromagnéticos (CEM).

Que en uso de las atribuciones legales que le confiere el artículo 10, artículo innumerado tercero y demás normas pertinentes de la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, y en concordancia con lo dispuesto en el artículo 41 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada;

RESUELVE:

Expedir el siguiente:

REGLAMENTO DE PROTECCION DE EMISIONES DE RADIACION NO IONIZANTE GENERADAS POR USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO.

CAPITULO I

OBJETO, TERMINOS Y DEFINICIONES

Artículo 1. Objeto. El presente Reglamento tiene por objeto establecer los Límites de Protección de Emisiones de Radiación No Ionizante (RNI) generadas por uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico en Telecomunicaciones, su monitoreo y control para el efectivo cumplimiento de los límites establecidos.

Artículo 2. Términos y Definiciones. En todo aquello que no se encuentre definido técnicamente en el Glosario de términos y Definiciones del presente Reglamento, se aplicarán los términos y definiciones que constan en la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada su Reglamento General, el Reglamento de Radiocomunicaciones y el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES

Artículo 3. Del Ámbito de Aplicación. Los deberes, derechos y obligaciones establecidos en el presente Reglamento se aplicarán al uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico, en el ámbito de competencia del CONATEL, a nivel nacional.

Dado que las frecuencias necesarias para el Servicio Móvil Marítimo son prestadas, explotadas y controladas por la Armada Nacional; y que las frecuencias utilizadas para los Sistemas y Servicios de Radiodifusión y Televisión atribuidas a estos servicios, se rigen por la Ley de Radiodifusión y Televisión, y son administradas por el CONARTEL, dichas Instituciones podrán establecer las normas de protección de emisiones de RNI generadas por el uso de las frecuencias del Espectro Radioeléctrico que se encuentran bajo su responsabilidad.

Para el presente Reglamento no se aplica la exposición producida por el uso de teléfonos móviles u otros dispositivos personales de baja potencia y a la corriente de contacto debida a objetos conductivos irradiados por un campo electromagnético.

CAPITULO III

REGIMEN DE PROTECCION Y LOS LIMITES MAXIMOS DE EXPOSICION

Artículo 4. Régimen de Protección. El Régimen de Protección de emisiones de RNI generadas por uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico, aplica tanto a la exposición ocupacional como a la exposición poblacional por el uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico, contempladas en el presente Reglamento.

Artículo 5. Límites Máximos de Exposición por Estación Radioeléctrica Fija. Se establecen los límites máximos de exposición a las emisiones de RNI generadas por uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico, de acuerdo a los valores establecidos en la Recomendación UIT –T K.52 de la UIT, como se detalla en la Tabla No. 1 del Anexo 1 del presente Reglamento.

CAPITULO IV

INSTALACION Y OPERACION

Artículo 6. Nivel de Exposición Simultánea por Efecto de Múltiples Fuentes. Para el cálculo de Nivel de Exposición Porcentual (exposición simultánea a múltiples fuentes), un cuando los niveles de emisión de las distintas estaciones radioeléctricas fijas en una determinada zona de acceso, cumplan de manera individual con los límites señalados en la Tabla No. 1 del Anexo 1 del presente Reglamento, se debe verificar que el nivel de exposición porcentual para campo eléctrico o magnético sea menor a la unidad o menor al cien por ciento (100 %). El cumplimiento de los límites de exposición se evaluará

utilizando las ecuaciones dadas en la Recomendación UIT-T K.52, como se detalla en el Anexo 2 del presente Reglamento.

Artículo 7. Instalación de Estaciones Radioeléctricas Fijas y Coexistencia de Antenas

Transmisoras. En el caso de que un concesionario requiera la instalación y operación de estaciones radioeléctricas fijas o emplazar sus antenas transmisoras sobre una misma infraestructura de soporte, dentro o en las cercanías de una zona de acceso, estará condicionada a:

- a) Que el Nivel de Exposición Porcentual en dicha zona, sea menor o igual a la unidad, de conformidad con lo establecido en el Artículo 6 del presente Reglamento.
- b) Que los Límites Máximos de Exposición por estación radioeléctrica fija cumplan con lo establecido en el artículo 5 del presente Reglamento.

Artículo 8. Compartición de Estructuras de Soporte. En el caso de que un concesionario o distintos concesionarios, posean estaciones radioeléctricas fijas, y requieran ubicar sus antenas transmisoras sobre una misma estructura de soporte, será el propietario de dicha infraestructura el responsable ante la SUPTTEL de cumplir con lo establecido en los artículos 6, 7, 13, 14, 15 y 16 del presente Reglamento.

CAPITULO V MEDICIONES

Artículo 9. Instrumental a utilizar para las mediciones. El Informe Técnico de Inspección de

Emissiones de RNI generadas por uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico, será determinado entre otros en base de los siguientes instrumentos:

- a) De banda ancha: Medidores isotrópicos de radiación.
- b) De banda angosta: Medidores de campo o analizadores de espectro y juego de antenas

calibradas para los distintos rangos de medición.

Los instrumentos y sondas o antenas empleados deberán poseer certificado de calibración, extendido por un laboratorio acreditado a nivel internacional en el Ecuador, vigente a la fecha de la medición.

Artículo 10. Procedimiento de Medición. El procedimiento de medición que será aplicado a

las estaciones radioeléctricas fijas que operan en el rango de 3 kHz a 300 GHz, con la finalidad de evaluar la conformidad con las disposiciones del presente Reglamento, se lo realizará de acuerdo al Anexo 3 del presente Reglamento.

CAPITULO VI CONTROL

Artículo 11. Organismo Competente para Realizar las Mediciones. La SUPTTEL inspeccionará la instalación y monitoreará los niveles de radiación electromagnética de las estaciones radioeléctricas fijas, a fin de verificar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el presente Reglamento.

Las operadoras de Telefonía Móvil Celular y Telefonía Móvil Avanzada darán las facilidades al organismo regulador a fin de que cumplan sus funciones y realicen las inspecciones necesarias.

Artículo 12. Informe Técnico de Inspección de Emisiones de RNI. El Informe Técnico de Inspección de Emisiones de RNI será elaborado por funcionarios que la SUPTTEL designe para el efecto; dicha inspección contará con la presencia del técnico responsable de la estación radioeléctrica designada por el concesionario o poseedor del título

habilitante de uso de frecuencias; las mediciones serán realizadas en función de lo especificado en los Artículos 9, y 10 del presente Reglamento.

El Informe Técnico de Inspección de Emisiones de RNI deberá ser presentado en el formulario especificado en el Anexo 4 del presente Reglamento.

Artículo 13. Informe técnico Aprobado de Inspección de Emisiones de RNI. El informe técnico de inspección de emisiones de RNI, aprobado por la SUPTEL, es el único documento que garantiza el cumplimiento por parte del concesionario de las disposiciones contenidas en el presente Reglamento, y será necesario para:

- a) La firma del acta de puesta en Operación.
- b) La operación de nuevas estaciones radioeléctricas fijas.
- c) Para verificación de cambios autorizados en la operación de estaciones radioeléctricas fijas.
- d) Para fines de administración y control de la SNT o la SUPTEL, en el ámbito de competencias de cada Institución.

CAPITULO VII

DISPOSICIONES RELATIVAS A LOS CONCESIONARIOS

Artículo 14. Deberes. Previa la concesión, autorización o registro de estaciones radioeléctricas fijas que utilizan frecuencias del Espectro Radioeléctrico los solicitantes deberán entregar un estudio técnico de emisiones de RNI a la SNT por cada estación radioeléctrica fija a instalar, de conformidad con lo previsto en los Anexos 5 y 6 del presente Reglamento.

Artículo 15. Delimitación de Áreas Controladas. Es obligatorio que las áreas controladas se encuentren señalizadas apropiadamente, teniendo en cuenta las siguientes características:

- a) El acceso al área controlada debe ser permitido solo a personal autorizado, conocedor de las actividades y de los límites de exposición ocupacional respectiva, así como de la necesidad de tomar las precauciones debidas bajo ambiente ocupacional.
- b) En el caso de una zona de rebasamiento, es obligatorio que el personal autorizado a ingresar en dicha zona cuente, con las protecciones necesarias, que aseguren que los límites de exposición ocupacional por efecto de las emisiones RNI no afecten a la salud.
- c) Debe establecerse señalización visible para identificar claramente:
 - i) La zona de rebasamiento, que comprende el área sobre los límites de exposición ocupacional, y por tanto debe restringirse el acceso a los perarios y al público en general
 - ii) La zona ocupacional, que comprende el área sobre los límites de exposición poblacional, y por tanto debe restringirse el acceso al público en general
- d) En caso de determinarse zonas que superan los límites de emisión de RNI para exposición poblacional y ocupacional, la señalización será dispuesta tomando en cuenta lo establecido en el Anexo 7 del presente Reglamento.

Artículo 16. Señalización de Advertencia. Una vez determinadas las zonas que superan los límites de emisión de RNI para exposición poblacional y ocupacional, la señalización de advertencia será dispuesta tomando en cuenta lo establecido en los Anexos 7 y 8 del presente Reglamento.

Artículo 17. De los Lugares de Trabajo. No se debe colocar un lugar de trabajo permanente en la zona ocupacional.

Artículo 18. Modificación en las Estaciones Radioeléctricas fijas instaladas. En el caso de realizar modificaciones en las estaciones radioeléctricas fijas instaladas, que impliquen la alteración de los niveles de campo electromagnético emitidos, tales como:

- a) Cambio de altura de la antena.
- b) Cambio del P.I.R.E.

- c) Cambio de la Ganancia de la antena.
- d) Cambio de frecuencia.
- e) Cambio de ancho de banda.

LOS concesionarios de frecuencias que posean estaciones radioeléctricas fijas deben realizar un nuevo estudio técnico de emisiones RNI, y someterlo a consideración de la SNT, la cual autorizará las modificaciones respectivas y será la SUPTEL la que realizará el Informe Técnico de Inspección de RNI como lo contempla el artículo 12, el cual debe ser presentado a la SNT en el término de veinte (20) días hábiles, contados a partir de la fecha de autorización de la o las modificaciones por parte de la SNT.

Artículo 19. Sanciones. El incumplimiento de lo establecido en el presente Reglamento, dará lugar a que la SUPTEL imponga las sanciones previstas en la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada.

CAPITULO VIII

GLOSARIO DE TERMINOS Y DEFINICIONES

Área controlada: Es el área o lugar en el que la exposición a las emisiones de RNI por uso de frecuencias de Espectro Radioeléctrico podrán exceder los límites de exposición poblacional.

CONATEL: Consejo Nacional de Telecomunicaciones.

CONARTEL: Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión.

Densidad de potencia: Potencia por unidad de superficie normal a la dirección de propagación de la onda electromagnética, en Watts por metro cuadrado (W/m^2). Para una onda plana la densidad de potencia está relacionada con el campo eléctrico, el campo magnético y la impedancia del espacio libre, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$S = E^2/Z_0 = H^2 Z_0$$

Donde:

S: Densidad de potencia . (W/m^2)

E: Campo Eléctrico. (V/m)

H: Campo Magnético. (A/m)

Z₀: Impedancia del espacio libre (377 ohms).

Dispositivos personales de baja potencia: Se refiere a todo dispositivo radiante utilizado en proximidad inmediata al cuerpo humano

Exposición ocupacional: Se aplica a situaciones en las que las personas que están expuestas como consecuencia de su trabajo han sido advertidas del potencial de exposición a emisiones RNI y pueden ejercer control sobre la misma. La exposición ocupacional también se aplica cuando la exposición es de naturaleza transitoria, resultado del paso ocasional por un lugar en el que los límites de exposición puedan ser superiores a los límites establecidos, para la población en general, ya que la persona expuesta ha sido advertida del potencial de exposición y puede controlar ésta, abandonando la zona o adoptando las debidas seguridades.

Exposición poblacional: Se define como la exposición poblacional a los niveles de emisiones de radiación no ionizantes que se aplican a la población o público en general cuando las personas expuestas no puedan ejercer control sobre dicha exposición.

Emisión: Es la radiación producida por una única fuente de radiofrecuencia de una estación radioeléctrica fija.

Estación radioeléctrica fija: Estación que utiliza frecuencias específicas asignadas para su operación con coordenadas geográficas fijas. Se compone de equipos transmisores y receptores, elementos radiantes y estructuras de soporte necesarios para la prestación del servicio de telecomunicaciones.

Estructuras de soporte: Término genérico para referirse a torres, mástiles, o edificaciones en las cuales se soportan las estaciones radioeléctricas.

Fuente radiante: Cualquier antena o arreglo de antenas transmisoras.

Inmisión: Es la radiación resultante del aporte de varias fuentes radioeléctricas fijas cuyos campos electromagnéticos estén presentes en un punto.

Intensidad de campo eléctrico: Fuerza por unidad de carga que experimenta una partícula cargada dentro de un campo eléctrico. Para efectos del presente Reglamento se expresa en voltios por metro (V/m).

Intensidad de campo magnético: Magnitud vectorial axial que junto con la inducción magnética, determina un campo magnético en cualquier punto del espacio. Para efectos del presente Reglamento se expresa en amperios por metro (A/m).

Límites máximos de exposición: Valores máximos de las intensidades de campo eléctrico y magnético, o la densidad de potencia asociada con estos campos, a los cuales una persona puede estar expuesta.

Longitud de onda (l) : La longitud de onda de una onda electromagnética está relacionada con la frecuencia (f) y la velocidad (v) de una onda electromagnética por la siguiente expresión.

$$\lambda = v / f$$

En el espacio libre, la velocidad (v) es igual a la velocidad de la luz (c), que es aproximadamente 3×10^8 (m/s).

Donde:

λ : Longitud de onda (m)

v : Velocidad (m/s)

f : frecuencia (Hz.)

Medidor de banda ancha: Instrumento isotrópico para medir campos electromagnéticos, el cual ofrece una lectura de la variable electromagnética considerando el efecto combinado de todas las componentes de frecuencia que se encuentran dentro de su ancho de banda especificado.

Medidor de banda angosta: Instrumento selectivo en frecuencia o sintonizable, el cual permite conocer la magnitud de la variable electromagnética medida (intensidad de campo eléctrico, magnético o densidad de potencia), debida a una componente de frecuencia, o a una banda muy estrecha de frecuencias.

Nivel de emisión: Valor promedio de la intensidad de campo eléctrico o magnético en la zona de acceso a una estación radioeléctrica fija, la cual opera a una frecuencia específica.

Este valor se obtiene con un medidor de banda angosta.

Nivel de exposición porcentual: Valor ponderado de campo eléctrico o magnético, producto del aporte de energía de múltiples fuentes de radiofrecuencia, en cada una de las posibles zonas de acceso. Este valor es obtenido directamente con un medidor de banda ancha que disponga de la función para hacer la ponderación del campo electromagnético medido según los límites de exposición para los cuales el instrumento esté calibrado.

Onda plana: Onda electromagnética en la cual el vector campo eléctrico y magnético permanecen en posición coincidente con el plano perpendicular a la dirección de propagación de la onda.

Concesionario: Persona Natural o jurídica debidamente habilitada por la CONATEL para el establecimiento, operación y explotación de redes y para la prestación de servicios de telecomunicaciones.

Operario: Persona autorizada por el concesionario para realizar actividades en una

estación radioeléctrica fija.

Permanente: Se refiere a que el tiempo de exposición dentro de la zona de rebasamiento ha sido mayor a 8 horas.

Potencia Isotrópica Radiada Efectiva (PIRE): Producto de la potencia suministrada a la antena y la máxima ganancia de la antena respecto a una antena isotrópica.

RNI: Radiación No Ionizante. La radiación electromagnética de radiofrecuencias es una radiación no- ionizante. El término “no-ionizante” hace referencia al hecho de que este tipo de radiación no es capaz de impartir directamente energía a una molécula o incluso a un átomo de modo que pueda remover electrones o romper enlaces químicos

Región de campo cercano: Zona que se encuentra adyacente a una antena, en la cual los campos no tienen la forma de una onda plana, pudiéndose distinguir dos sub-regiones: campo cercano reactivo, el cual posee la mayoría de la energía almacenada por el campo, y campo cercano de radiación, el cual es fundamentalmente radiante. La presencia de campo reactivo hace que el campo electromagnético no tenga la distribución de una onda plana, sino distribuciones más complejas.

Región de campo lejano: Región del campo electromagnético irradiado por una antena, donde la distribución angular de dicho campo es esencialmente independiente de la distancia con respecto de la antena, y su comportamiento es predominantemente del tipo de onda plana.

Secretario: Secretario Nacional de Telecomunicaciones.

SNT: Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

Sonda isotrópica: Sonda empleada en medición de niveles de intensidad de campo, la cual tiene un patrón de radiación que es fundamentalmente constante en todas las direcciones, con una respuesta en frecuencia de banda ancha.

SUPTEL: Superintendencia de Telecomunicaciones.

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

Zona de acceso: Lugar por donde se accede a una estación fija radiante.

Zona ocupacional: Lugar donde el campo electromagnético sobrepasa los límites de exposición poblacional.

Zona de Rebasamiento: Lugar donde el campo electromagnético sobrepasa los límites de exposición ocupacional, y por tanto debe restringirse el acceso a los operarios y al público en general.

DISPOSICIÓN FINAL

Deróguese, la Resolución 235-10-2004 del 20 de mayo de 2004, y todas aquellas disposiciones que se opongan al presente Reglamento.

El presente Reglamento entrará en vigencia a partir de su publicación en el Registro Oficial, y de su ejecución encárguese a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y la Superintendencia de Telecomunicaciones, en el ámbito de sus respectivas competencias.

Dado en Quito a 11 de enero del 2005.

ING. FREDDY RODRÍGUEZ FLORES
PRESIDENTE DEL CONATEL.

DR. JULIO MARTÍNEZ ACOSTA
SECRETARIO DEL CONATEL.

ANEXO 2



SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES
MEDICIONES DE RADIACION NO IONIZANTE
DATOS DE MEDICIONES

PROVINCIA:	CHIMBORAZO TUNGURATHUA BOLIVAR								
CANTON:									
DIRRECCION:									
OPERADORA:	CONECEL OTECEL TELECSA								
NOMBRE OP:									
ASNM:									
FECHA :			HASTA:						
PUNTOS	LATITUD	LONGITUD	SISTEMAS ALEDAÑOS						
1									
2			TIPO SIS						
3									
4									
5									
6									
OBSERVACIONES :									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">ZONA:</td> <td>POBLADA</td> <td>POCO POBLADA</td> </tr> <tr> <td>DESPOBLADA</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>				ZONA:	POBLADA	POCO POBLADA	DESPOBLADA		
ZONA:	POBLADA	POCO POBLADA							
DESPOBLADA									
TAMAÑO RBS:									
SECTORES:									
UBICACIÓN DE LA RADIOBASE									
<div style="border: 1px solid black; width: 50%; height: 50px; margin: 0 auto;"></div>									
MEDICIONES REALIZADAS POR:									
XIMENA BUENAÑO Y VERÓNICA RAMOS									

ANEXO 3

ESTACIONES BASE DE LA OPERADORA CONECEL S.A.

Nº	RADIOBASE	DIRECCION	CIUDAD	PROVINCIA	LATITUD				LONGITUD			
1	CALVARIO	MONTAÑA CALVARIO,CALLE MONSEÑOR CÁNDIDO RADA	GUARANDA	BOLIVAR	2	13	18,1	S	78	51	26,7	O
2	GUANUJO 850MHZ	GUANUJO, VÍA AMBATO ENTRE SIMÓN BOLÍVAR Y PROGRESO	GUARANDA	BOLIVAR	1	39	26,7	S	78	38	42,6	O
3	CHIMBO	SECTOR PUYUHUATA A 150 METROS DEL SINDICATO DE CHOFERES	CHIMBO	BOLÍVAR	2	12	12,9	S	79	10	6,9	O
4	NEWPORVENIR 850MHZ	RECINTO NUEVO PORVENIR	CHILLANES	BOLÍVAR	2	12	25,4	S	79	8	14,7	O
5	SALINERITO	LOMA SAMILAGUA POBLACIÓN DE SALINAS	SALINAS	BOLÍVAR	1	43	22,5	S	78	42	44,8	O
6	SAN MIGUEL	SAN MIGUEL, BARRIO SAN JACINTO, PARROQUIA SAN VICENTE.	SAN MIGUEL	BOLÍVAR	1	35	3,2	S	78	59	46,8	O
7	SAN MIGUEL 850MHZ	CALLE PICHINCHA Y BOLIVAR, HOTEL LA GRUTA	SAN MIGUEL	BOLÍVAR	1	15	22,8	S	78	38	21	O
8	ALAUŚÍ	CERRO PATARATA, CANTÓN ALAUŚÍ	ALAUŚÍ	CHIMBORAZO	1	43	57,9	S	78	36	23,7	O
9	BRIGALAPAGOS	AV. ANTONIO JOSE DE SUCRE ENTRE JOSE MARIA URBINA Y ROCA	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	41	26,3	S	79	1	18,8	O
10	BUCAY	CUMANDA, RECINTO BUENOS AIRES	CUMANDA	CHIMBORAZO	2	17	11,8	S	78	54	16,9	O
11	BUCAYCENTRO	CUMANDA, BARRIO 5 DE JUNIO A 2 CUADRAS DEL COLEGIO TECNICO CUMANDA	CUMANDA	CHIMBORAZO	1	58	48,5	S	78	43	8,9	O
12	CACHA	COMUNIDAD CACHA PANADEROS	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	40	15,5	S	78	38	25,3	O
13	CHAMBO	LOMA DE CHAMBO, JUNTO ANTENAS DE RADIO	CHAMBO	CHIMBORAZO	1	17	14,3	S	78	37	57,7	O
14	CHUNCHI	CERRO CHUNCHI POBLACIÓN DE CHUNCHI CHIMBORAZO	CHUNCHI	CHIMBORAZO	1	39	46,,5	S	78	39	26,4	O
15	COLUMBE	LOMA CERCA DE LA COMUNA SAN FRANCISCO	COLUMBE	CHIMBORAZO	1	31	8,8	S	78	43	7,3	O
16	DAVALOS	MORONA Y PEDRO RENDON ESQ.	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	39	18,3	S	78	40	41,6	O
17	EL GALPON	LUIS NOGALES Y OROZCO	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	35	53	S	78	38	25,3	O
18	EL GAVILAN	KM 18 CARRETERA A RIOBAMBA	URBINA	CHIMBORAZO	1	15	53,7	S	78	37	48,8	O
19	ESPOCH	PREDIOS DE LA ESPOCH	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	14	17,2	S	78	38	15	O
20	EXP. GUANO 1900 MHZ	BARRIO LA DOLOROSA SECTOR GUANOCOCHA, A 300 M APROXIMADAMENTE DEL ESTADIO GUANO	GUANO	CHIMBORAZO	1	14	48,5	S	78	37	50,7	O
21	FLORES 850MHZ	PARROQUIA FLORES, COMUNIDAD POMPEYA	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	15	9,5	S	78	38	37,8	O
22	GUAMOTE	TANMBOLOMA JUNTO AL CANAL DE RIEGO	GUAMOTE	CHIMBORAZO	1	47	33,1	S	78	37	43,2	O
23	GUANO 850 MHZ	BARRIO LA DOLOROSA SECTOR GUANOCOCHA, A 300 M APROXIMADAMENTE DEL ESTADIO GUANO	GUANO	CHIMBORAZO	1	56	3,9	S	78	43	1,1	O

24	LAS ABRAS	CDLA LAS ABRAS VIA A GUANO	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	35	53	S	78	38	25,3	O
25	LOMA CUSHCA	COLTA, SICALPA CAJABAMBA	COLTA	CHIMBORAZO	1	33	27,5	S	79	0	32,4	O
26	LOMA DE QUITO	ARGENTINOS Y JUAN MONTALVO	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	16	22	S	78	37	55	O
27	MULTITUD	SECTOR MULTITUD, LAS ROCAS GUAMAMPATA	PALLATANGA	CHIMBORAZO	1	20	56,6	S	78	37	11,4	O
28	PALLATANGA	PALLATANGA	PALLATANGA	CHIMBORAZO	1	14	14,4	S	78	36	36,6	O
29	PARQUE MALDONADO	OROZCO ENTRE ESPEJO Y COLON	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	38	16,9	S	78	38	32,3	O
30	PENIPE	CANTON PENIPE, SECTOR SANTA VELA	PENIPE	CHIMBORAZO	1	41	46,1	S	78	46	41,6	O
31	QUIMIAG	QUIMIAG	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	40	1,3	S	78	39	6,4	O
32	RIOESTACION	ARGENTINOS Y JUAN MONTALVO	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	15	53,7	S	78	37	48,8	O
33	SAN ANDRES 850MHZ	LOTE SECTOR MIRAFLORES	SAN ANDRES	CHIMBORAZO	1	26	19,3	S	78	40	16,2	O
34	SAN LUIS 850MHZ	SAN LUIS, CERRO PATA, BARRIO EL PANECILLO	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	19	58,8	S	78	37	41,9	O
35	SANTA FAZ	OLMEDO ENTRE VELAZCO Y BENALCAZAR	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	2	5	44,8	S	79	0	52,2	O
36	SHUYOCUCHO	CERRO SHUYOCUCHO	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	2	9	39,1	S	79	5	25,8	O
37	SUPTEL RIO	KM 2 VIA CHAMBO SECTOR LA IMACULADA	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	2	0	41,2	S	78	58	1,4	O
38	TIXÁN	PARROQUIA TIXÁN, TERRENO DEL SR. CARLOS LEMA CERRO TIXÁN	ALAUÍ	CHIMBORAZO	1	40	16,9	S	78	38	52,5	O
39	UNACH	UNUCH SALIDA GUANO	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	19	54,5	S	78	32	23,9	O
40	CDLAESPAN3GW84	QUIZ QUIZ Y SALAMANCA	AMBATO	TUNGURAHUA	1	33	20,5	S	78	30	59,1	O
41	EL BOSQUE TUNGURAHUA	ENTRADA AL BARRIO EL BOSQUE A 150M DEL LICEO FRANCES	AMBATO	TUNGURAHUA	1	14	17,1	S	78	38	15	O
42	EXP. MALLANDES	CENTRO COMERCIAL MALL DE LOS ANDES	AMBATO	TUNGURAHUA	1	16	4	S	78	36	45,2	O
43	EXP. PRIMERAIMP 1900MHZ	SANTA ELENA TRAS EL MONUMENTO A LA PRIMERA IMPRENTA.	AMBATO	TUNGURAHUA	1	39	12,7	S	78	44	35,9	O
44	EXP. YAHUIRA 1900MHZ	AV. 13 DE ABRIL Y TUPAC YUPANQUI Nº 6-412 SECTOR SAN ANTONIO	AMBATO	TUNGURAHUA	1	40	24,6	S	78	39	25,4	O
45	FICOA	FICOA, FRENTE AL PARQUE	AMBATO	TUNGURAHUA	1	24	51,5	S	78	12	22,6	O
46	HUACHI CHICO 850-1900MHZ	HUACHI CHICO, SECTOR LA CARTOLICA	AMBATO	TUNGURAHUA	1	24	40,3	S	79	1	5,7	O
47	HUAMBALO	VIA. A OLMEDO SECTOR HUAMBALO	PELILEO	TUNGURAHUA	1	35	52,9	S	78	42	4,1	O
48	INGABAJO 850MHZ	PORTUGAL ENTRE ITALIA Y PHINLANDIA	AMBATO	TUNGURAHUA	1	16	16,9	S	78	37	24,6	O
49	MALLANDES	CENTRO COMERCIAL MALL DE LOS ANDES	AMBATO	TUNGURAHUA	1	42	39,7	S	78	38	25,9	O
50	MOCHA	COMUNIDAD LUIS LÓPEZ, ENTRADA A QUERO, FRENTE A MOCHAPATA	AMBATO	TUNGURAHUA	1	43	33,6	S	79	0	50,7	O
51	MONTALVO	SECTOR MONTALVO CANTÓN AMBATO	AMBATO	TUNGURAHUA	1	42	28,4	S	79	2	33,5	O
52	PELILEO	ENTRADA A PELILEO, TRAZ EL MERCADO DE LAS	PELILEO	TUNGURAHUA	1	40	35	S	78	38	54,2	O

		PAPAS											
53	PRIMERAIMP	SANTA ELENA TRAS EL MONUMENTO A LA PRIMERA IMPRENTA.	AMBATO	TUNGURAHUA	1	41	47,3	S	78	39	59,1	O	
54	PROA 850MHZ	10 DE AGOSTO ENTRE BATALLA DE TARQUI Y BATALLA DE PICHINCHA	AMBATO	TUNGURAHUA	1	14	8,6	S	78	37	38,4	O	
55	RIONEGRO 850MHZ	SECTOR LA MARTINEZ	BAÑOS	TUNGURAHUA	1	17	12	S	78	39	49,4	O	
56	SAN FRANCISCO	RADIO EL DORADO	AMBATO	TUNGURAHUA	1	40	17,1	S	78	39	6,47	O	
57	SOCAVON 850MHZ	CALLE GARCIA MORENO Y CALLE FERNANDEZ (ESQUINA)	AMBATO	TUNGURAHUA	2	8	22,6	S	78	49	10,4	O	
58	STAROSATU 850MHZ	VIA AMBATO GUARANDA, SECTOR PINLLOLOMA	AMBATO	TUNGURAHUA	1	40	52,9	S	78	38	26,9	O	
59	YAHUIRA 850MHZ	AV. 13 DE ABRIL Y TUPAC YUPANQUI N° 6-412 SECTOR SAN ANTONIO	AMBATO	TUNGURAHUA	1	14	48,5	S	78	37	50,7	O	

ESTACIONES BASE DE LA OPERADORA OTECEL S.A.

N°	RADIOBASE	DIRECCION	CIUDAD	PROVINCIA	LATITUD				LONGITUD			
1	CALVARIO	MONTAÑA CALVARIO	GUARANDA	BOLIVAR	1	35	6,2	S	78	59	44,6	O
2	GUANUJO	GUANUJO, GUARANDA	GUARANDA	BOLIVAR	1	33	27,7	S	79	0	31,4	O
3	BOLÍVAR SALINAS	LOMA SAMILAGUA POBLACIÓN DE SALINAS	SALINAS	BOLÍVAR	1	24	40,7	S	79	1	6,3	O
4	CHIMBO	SECTOR PUYUHUATA A 150 METROS DEL SINDICATO DE CHOFERES	CHIMBO	BOLÍVAR	1	41	28,5	S	79	1	19,9	O
5	SAN_MIGUEL_DE_BOLIVAR	SAN MIGUEL, SECTOR SAN FRANCISCO DE CUSHPA.	SAN MIGUEL	BOLÍVAR	1	42	18,1	S	79	1	18,4	O
6	ALAUŚÍ	CERRO AYURCO, CANTÓN ALAUŚÍ	ALAUŚÍ	CHIMBORAZO	2	12	31,2	S	78	52	50,6	O
7	BUCAY	CUMANDA, RECINTO BUENOS AIRES	CUMANDA	CHIMBORAZO	2	12	12,3	S	79	10	12,7	O
8	BUCAYCENTRO	CUMANDA, BARRIO 5 DE JUNIO A 2 CUADRAS DEL PARQUE CENTRAL	CUMANDA	CHIMBORAZO	2	12	18,3	S	79	8	13,5	O
9	CACHA	CACHA PANADEROS	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	43	27,1	S	78	42	46	O
10	CAJABAMBA	COLTA, SICALPA CAJABAMBA	COLTA	CHIMBORAZO	1	41	46,7	S	78	46	41,8	O
11	CHUNCHI	CERRO TOCTESININ, CHUNCHI	CHUNCHI	CHIMBORAZO	2	17	12,3	S	78	54	15,9	O
12	COCHA_COLORADA	KM 20 CARRETERA A RIOBAMBA	URBINA	CHIMBORAZO	1	29	48,4	S	78	42	27,6	O
13	COLUMBE	LOMA CERCA DE LA COMUNA SAN FRANCISCO	COLUMBE	CHIMBORAZO	1	58	53,3	S	78	43	7,4	O
14	ENTRADA A RIOBAMBA	AV. SAINT AMAND MONROE Y AV. LIZARZABURU	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	39	27,9	S	78	39	55,9	O
15	ESPOCH	PREDIOS DE LA ESPOCH	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	39	24,5	S	78	40	52,2	O
16	FLORES	PARROQUIA FLORES, COMUNIDAD POMPEYA	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	47	49,9	S	78	37	43	O
17	GATAZO GRANDE	COLTA, GATAZO GRANDE	COLTA	CHIMBORAZO	1	39	41,1	S	78	45	0,7	O
18	GUAMOTE	TANMBOLOMA JUNTO AL CANAL DE RIEGO	GUAMOTE	CHIMBORAZO	1	55	57,4	S	78	43	3,4	O
19	GUANO	VÍA ASACO CHICO GUAYAQUIL	GUANO	CHIMBORAZO	1	34	53,8	S	78	39	27,4	O

20	GUANO_CENTRO	SUCRE 408 Y GARCIA MORENO	GUANO	CHIMBORAZO	1	36	26,7	S	78	38	37	O
21	PALLATANGA	PALLATANGA	PALLATANGA	CHIMBORAZO	2	0	44,5	S	78	58	2,1	O
22	PALLATANGA SUR	SECTOR MULTITUD, TORRE LOMA (NARANJAPAMBA)	PALLATANGA	CHIMBORAZO	2	5	46,2	S	79	0	53,9	O
23	PARQUE INDUSTRIAL	AV. CELSO RODRIGUEZ Y BOLIVAR BONILLA	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	40	48,3	S	78	37	57,7	O
24	PENIPE_N	CANTÓN PENIPE, ARRIBA PENIPE	PENIPE	CHIMBORAZO	1	33	44,6	S	78	31	41,7	O
25	RIO OESTE	JUAN DE LAVALLE Y 14 DE AGOSTO	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	39	58,4	S	78	39	2,4	O
26	RIOBAMBA CENTRO	10 DE AGOSTO Y GARCIA MORENO EDF. COSTALES	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	40	17,8	S	78	39	6,2	O
27	RIOBAMBA ESTE	AYACUCHO ENTRE CARABOBO Y JUAN MONTALVO	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	40	28,5	S	78	39	32,1	O
28	RIOBAMBA NORTE	DUCHICELA ENTRE AV. MANUEL ELECIO FLOR Y DANIEL LEON BORJA	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	39	48,5	S	78	39	37,3	O
29	SAN LUIS	SAN LUIS, CERRO PATA, BARRIO EL PANECILLO	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	42	39,8	S	78	38	23,7	O
30	SAN_ANDRES	SECTOR SAN ISIDRO COMUNIDAD SAN VICENTE	SAN ANDRES	CHIMBORAZO	1	33	54,6	S	78	41	39,7	O
31	TIXÁN	BARRIO MIRALOMA CARRETERA PUBLICA PANAMERICANA	ALAUÍ	CHIMBORAZO	2	8	23,4	S	78	49	11,2	O
32	UNACH	UNUCH SALIDA GUANO	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	39	5,3	S	78	38	31,2	O
33	VILLAMARIA	VELOZ Y JOAQUIN CHIRIBOGA	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	40	36,3	S	78	38	35,8	O
34	BAÑOS	BAÑOS	BAÑOS	TUNGURAHUA	1	23	41,9	S	78	27	59,9	O
35	CEVALLOS	CANTÓN CEVALLOS (PROVINCIA DE TUNGURAHUA)	CEVALLOS	TUNGURAHUA	1	20	55,9	S	78	37	11,1	O
36	HUACHI GRANDE	Y DE AMBATO-CEVALLOS-MOCHA, FRENTE A LUBRICADORA MANZANA DE ORO.	AMBATO	TUNGURAHUA	1	19	2,2	S	78	38	11	O
37	HUAMBALO	VIA. A OLMEDO SECTOR HUAMBALO	PELILEO	TUNGURAHUA	1	23	30,1	S	78	31	52,6	O
38	LA JOYA	CARLOTA JARAMILLO Y MENDOZA MOREIRA	AMBATO	TUNGURAHUA	1	16	43,3	S	78	36	39,4	O
39	MALLANDES	CENTRO COMERCIAL MALL DE LOS ANDES	AMBATO	TUNGURAHUA	1	15	33,6	S	78	40	9,00	O
40	MEGAMAXI_MALL_	CENTRO COMERCIAL MALL DE LOS	AMBATO	TUNGURAHUA	1	15	54,	S	78	37	41,4	O

	DE_LOS_ANDES	ANDES					7						
41	MOCHA	COMUNIDAD LUIS LÓPEZ, ENTRADA A QUERO, FRENTE A MOCHAPATA	AMBATO	TUNGURAHUA	1	26	29,4	S	78	40	17,3	O	
42	MOVIL_MALL_ANDES2	SECTOR MALL DE LOS ANDES, RESTAURANTE CASA DE CAMPO	AMBATO	TUNGURAHUA	1	15	53,8	S	78	37	35,1	O	
43	MOVIL_SEIS_LOS_ANDES	SECTOR MALL DE LOS ANDES, RIO COCA Y RIO GUAYLLABAMBA	AMBATO	TUNGURAHUA	1	16	7,8	S	78	37	37,1	O	
44	SEIS MALL DE LAS ANDES	RIO COCA Y PASAJE TIPUTINI	AMBATO	TUNGURAHUA	1	16	7,8	S	78	37,0	37,1	O	
45	U_CATOLICA_AMBATO	HUACHI CHICHO, SECTOR LA CARTOLICA	AMBATO	TUNGURAHUA	1	16	31,7	S	78	38	5,8	O	

ESTACIONES BASE DE LA OPERADORA TELECSA S.A.

Nº	RADIOBASE	DIRECCION	CIUDAD	PROVINCIA	LATITUD			LONGITUD				
1	AMBATO HUACHI CHICO	HUACHI CHICHO, SECTOR LA CARTOLICA	AMBATO	TUNGURAHUA	1	16	25,7	S	78	37	51,2	O
2	ESPOCH	CDLA. LOS OLIVOS	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	39	24,5	S	78	40	52,2	O
3	GUARANDA	ROCAFUERTE ENTRE PICHINCHA Y SUCRE, INSTALACIONES DE LA CNT GUARANDA.	GUARANDA	BOLÍVAR	1	35	39,9	S	79	0	6,2	O
4	RIO ESTADIO	DUCHICELA ENTRE AV. MANUEL ELECIO FLOR Y DANIEL LEON BORJA	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	39	36,6	S	78	39	36,7	O
5	RIO_CENTRO	TARQUI ENTRE VELOZ Y PRIMERA CONSTITUYENTE	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	1	40	24,4	S	78	38	41,2	O
6	SIMON BOLÍVAR	SIMÓN BOLÍVAR ENTRE AILLON Y CAÑIZARES	AMBATO	TUNGURAHUA	1	14	11,6	S	78	37	27	O