

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
Ingeniero en Sistemas Con Mención en Telemática**

TEMA

**“ANÁLISIS TÉCNICO DE LAS RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS
EMITIDAS POR LAS ANTENAS DE LAS RADIOBASES CELULARES EN LA
CIUDAD DE GUAYAQUIL”**

AUTORES:

José Vicente Avendaño Aguilera
Katherine Alexandra Gonzaga Orellana
José Francisco Ruiz Reyes

TUTOR:

Ing. Danny Barona Valencia

GUAYAQUIL - ECUADOR

FEBRERO 2013

DEDICATORIA

Dedico todo lo realizado en mi vida a Dios ya que él nos regala la dicha de vivir un día a día en este maravilloso mundo. El cual está lleno de retos y este es un fuerte motivo que nos invita a superarnos a cada uno de nosotros.

Dedico este trabajo toda mi familia y amigos los cuales siempre estuvieron apoyándome de manera directa para el desarrollo de este trabajo brindándome su respeto y cariño y las ganas de superación.

Dedico este trabajo de manera muy especial a mis grandes amigos y compañeros de tesis por el trabajo realizado, a pesar de muchas adversidades logramos salir adelante.

Avendaño Aguilera José Vicente

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia la cual me ha apoyado mucho a lo largo de mi carrera universitaria, los cuales son muy importantes y fueron un gran apoyo en este duro camino convirtiéndose en mi inspiración y mis ganas de superación

A la Universidad Politécnica Salesiana de la cual me siento muy orgulloso de haber sido parte de ella, la cual me ayudó mucho en mi formación académica y sobre todo humana, mis sinceros agradecimientos a todos y cada uno del personal que hace de esta Universidad una de las mejores.

A todos y cada uno de los docentes los cuales me llevo de ellos una linda amistad y me siento feliz porque cada uno de ellos marcó mi carrera con algo en particular, gracias:
Javier Ortiz, Danny Barona, Miguel Quiroz, Darío Huilcapi, Ricardo Naranjo, Raúl Tingo, Carlos Pérez, Teddy Negrete, Nelson Mora, Xavier Veloz, Joe Llerena, Milton Maridueña, Aura Romero, Juan Andrade, Johnny Jiménez, Alex Parra, Samuel Pazmiño, Roberto Rangel, Marlene Ramírez.

Avendaño Aguilera José Vicente

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico primeramente a Dios por ayudarme cada día a cumplir con todas mis metas que me propuesto a lo largo de mi vida, por ser siempre mi Fortaleza y no dejarme vencer ante los obstáculos que se me han presentado en el camino.

A mi madre le dedico con mucho orgullo y le doy mi vida por ser un ejemplo de mujer fuerte que ha sabido guiarme en los momentos más difíciles de mi vida apoyándome siempre en mis decisiones.

Al Padre Javier Herrán Rector de la Universidad le agradezco por toda la confianza brindada y siempre apoyar la participación del estudiante.

Al Eco. Andrés Bayolo Vicerrector de la Universidad Politécnica Salesiana Sede de Guayaquil dedico la tesis por su magnífica labor en la sede y siempre darnos el lugar que nos merecemos y que sepa que puede contar con cada uno de nosotros y por haber confiado en mí hasta el día de hoy que soy una profesional.

A La Lcda. Mónica Castro le dedico este fruto de esfuerzo y dedicación dando mil gracias ya que a ella le debo un montón no me alcanzaría la vida para retribuirle todo lo que me apoyo con tantas dificultades que se me ha presentado en el camino pudiendo así superarlas.

A mis amigos por brindarme su apoyo y comprensión para seguir adelante compartiendo lindo momentos y recuerdos permanecerán para siempre en mi corazón.

A mis Profesores por su conocimiento, comprensión, paciencia y amistad; por hacer de mí una profesional el día de hoy como muestra de ello.

Katherine Alexandra Gonzaga Orellana.

AGRADECIMIENTO

Agradezco A Dios por haberme regalado el hermoso Don de la vida y ayudarme a nunca decaer ante las adversidades.

A mi Madre Janet Orellana Navarrete, por apoyarme en todo momento y en todo lugar, me formó y crió como una persona llena de valores, capaz, pero sobretodo sensible y fuerte a la vez.

A mi familia, quienes me dan la alegría de compartir y valorar pequeñas cosas de la vida, que me han hecho crecer como ser humano.

A mis maestros, quienes me han dado la guía y la fuerza para seguir con mis estudios logrando alcanzar mis metas y mis anhelos.

Katherine Alexandra Gonzaga Orellana.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres que durante todo este tiempo, me han brindado su apoyo incondicional.

A la Universidad Politécnica Salesiana, por haberme brindado la oportunidad de estudiar y desarrollarme tanto personal como profesionalmente.

Y a mis compañeros de tesis, por convertir todo esto en realidad.

Citando por último.

“Es muy común recordar que alguien nos debe agradecimiento, pero es más común no pensar en quienes le debemos nuestra propia gratitud”

Johann Wolfgang von Goethe

José Francisco Ruiz Reyes.

CERTIFICADO

Certifico que el presente trabajo fue realizado por los señores José Vicente Avendaño Aguilera, Katherine Alexandra Gonzaga Orellana, José Francisco Ruiz Reyes, bajo mi supervisión.

Guayaquil, Febrero del 2013

Ing. Danny Barona Valencia
DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros José Vicente Avendaño Aguilera, Katherine Alexandra Gonzaga Orellana, José Francisco Ruiz Reyes declaramos que el trabajo realizado dentro de este tema de tesis es netamente de nuestra autoría, en lo que corresponde al desarrollo.

Guayaquil, Febrero del 2013

José Vicente Avendaño Aguilera

Katherine Alexandra Gonzaga Orellana

José Francisco Ruiz Reyes

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
CERTIFICADO.....	VII
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	VIII
ÍNDICE CAPÍTULOS.....	IX

CAPÍTULO 1.....	1
1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Antecedentes de la Investigación.....	1
1.2. Problema de Investigación.....	2
1.2.1. Planteamiento del Problema.....	2
1.2.2. Formulación del Problema de Investigación.....	4
1.2.3. Sistematización del Problema de Investigación.....	4
1.3. Objetivos de la Investigación.....	6
1.3.1. Objetivo General.....	6
1.3.2. Objetivos Específicos.....	6
1.4. Justificación de la Investigación.....	7
1.5. Formulación de la Hipótesis.....	9
1.5.1. Hipótesis General.....	9
1.5.2. Hipótesis Particulares.....	9
1.6. Matriz Causa – Efecto.....	10
1.7. Variables.....	12
1.7.1. Variables independientes.....	12
1.7.2. Variables dependientes.....	12
1.8. Aspectos Metodológicos de la Investigación.....	13
1.8.1. Tipo de Estudio.....	13
1.8.2. Método de Investigación.....	14
1.9. Fuentes y Técnicas para la Recolección de Información Población y Muestra.....	15
1.10. Herramientas de Recolección de Información.....	17
1.10.1. La entrevista.....	17
1.10.2. Observación.....	18
1.10.3. Recolección de Datos.....	18
1.10.4. Encuesta.....	18
1.10.5. Población y Muestra.....	18
1.10.6. Tratamiento de la Información.....	19
1.11. Resultados e Impactos Esperados.....	19

CAPÍTULO 2	21
2. RADIOFRECUENCIA	21
2.1. La Señal	21
2.1.1. Señal Analógica	21
2.1.2. Señal Digital	22
2.2. Onda.....	23
2.2.1. Onda Continua	23
2.2.2. Onda Plana.....	24
2.2.3. Elementos de una Onda	24
2.3. Emisión	25
2.3.1. Clases de Emisión	26
2.4. Concepto de Campo.....	27
2.4.1. Campo Eléctrico.....	27
2.4.2. Los campos Eléctricos Estáticos	28
2.4.3. Campo Magnético	28
2.4.4. Diferencia entre un Campo Eléctrico y Magnético	29
2.4.5. Campo Electromagnético	29
2.5. Espectro Electromagnético/Radioeléctrico	30
2.6. Concepto de Radiofrecuencia.....	31
2.6.1. Uso de las Radiofrecuencias	33
2.6.2. Radiocomunicaciones.....	33
2.6.3. Modos de Propagación	34
2.7. Exposición Humana a Sistemas de Telefonía Móvil	36
2.8. Las Radiaciones.....	37
2.8.1. Ionización	38
2.8.2. Radiaciones Ionizantes	38
2.8.3. Radiaciones No Ionizantes	40
2.8.4. Efectos de las Radiaciones en el Sistema Biológico	43

CAPÍTULO 3	49
3. TELEFONÍA MÓVIL CELULAR.....	49
3.1. Sistema de Telefonía Móvil	49
3.1.2. Células.....	49
3.1.2. Área de Cobertura	51
3.1.3. Tamaños de las Celdas	52
3.1.4. Sectorización de Células.....	54
3.1.5. Handover	56
3.2. Canales en Redes Celulares.....	57
3.2.1. Canales Físicos	57
3.2.2. Canales Lógicos	58
3.3. Duplexación	58
3.3.1. Duplexación por División de Frecuencia (FDD).....	59
3.3.2. Duplexación por División de Tiempo (TDD).....	59
3.4. Técnicas de Acceso en Sistemas Móviles Celulares.....	60
3.4.1. FDMA	62
3.4.2. TDMA	64
3.4.3. CDMA.....	66
3.5. Elementos principales de la Red Celular.....	67
3.5.1. Centro de Conmutación Móvil (MSC).....	68
3.5.2. Estación Transceptora Base (BTS)	69
3.5.3. Estación Móvil.....	70
3.6. GSM.....	70
3.6.1. Definición de las Interfaces GSM.....	70
3.6.2. Interfaz de Aire	71
3.6.3. Interfaz A.....	71
3.7. Arquitectura de la red GSM	72
3.7.1. Subsistema de Conmutación de Red (NSS).....	72
3.7.2. Subsistema de Estación Base (BSS).....	74
3.7.3. Centro de Operaciones y Mantenimiento (OSS).....	76
3.8. UMTS	77
3.8.1. Arquitectura de la Red UMTS	77
3.9. Arquitectura de UTRAN	79

3.9.1.	Controlador de Red de Radio (RCN)	80
3.9.2.	Nodo B	80
3.9.3.	Red central.....	81
3.10.	Proceso para realizar una Llamada de Telefonía Móvil.....	82
3.10.1.	Llamada de Fijo a Móvil	83
3.10.2.	Llamada de Móvil a un Teléfono Fijo.....	83
3.10.3.	Llamada de un Móvil a otro Móvil	84
3.11.	Telefonía Móvil Celular en el Ecuador	85
3.11.1.	CONECEL S.A.....	85
3.11.2.	OTECEL S.A.	86
3.11.3.	CNT E.P.	88
3.12.	Antenas	89
3.12.1.	Antenas Alámbricas	90
3.12.2.	Antenas de Apertura y Reflectores	90
3.12.3.	Agrupaciones de Antenas	91
3.13.	Principio Básico de una Antena.....	91
3.14.	Parámetros de una Antena.....	92
3.14.1.	Diagrama de Radiación o Patrón de Radiación	92
3.14.2.	Densidad de Potencia Radiada.....	94
3.14.3.	Directividad y Ganancia	94
3.14.4.	Polarización	95
3.14.5.	Impedancia	96
3.14.6.	Ancho de Banda	97
3.14.7.	Campos de Inducción y Campos de Radiación.....	97
3.14.8.	Intensidad de Campo.....	98
3.14.9.	Relación Frente Detrás	99
3.15.	Tipos de Antenas	100
3.15.1.	Antenas Omnidireccionales	100
3.15.2.	Antenas Direccionales.....	101
3.15.3.	Antenas Sectoriales	101
3.16.	Antenas en Radiobases Celulares	101
3.16.1.	Sectoriales.....	101
3.16.2.	Características de Antenas Sectoriales.....	102

3.17.	Configuración de Antenas Sectoriales	103
3.17.1.	Diversidad en el Espacio	103
3.17.2.	Diversidad de Polarización	104
3.17.3.	Inclinación del Haz	104
3.18.	Polarización en Antenas Sectoriales	107
3.18.1.	Polarización Horizontal y Vertical.....	107
3.18.2.	Polarización Doble Horizontal y Vertical.....	108
3.18.3.	Polarización Cruzada.....	109

CAPÍTULO 4	110
4. EQUIPOS MÉTODOS Y NORMATIVAS EMPLEADAS EN LA MEDICIÓN	110
4.1. Medidor de Radiación Selectivo (SRM – 3000).....	110
4.1.1. Antena Triaxial	111
4.1.2. Cables y Conectores.....	113
4.1.3. Equipos Adicionales.....	114
4.2. Entidades que Garantizan la Seguridad de las Emisiones Radioeléctricas.....	114
4.2.1. Comisiones y Comités Científicos	115
4.2.2. Organismos de Normalización.....	118
4.3. Leyes, Reglamentos y Normas de los Campos Electromagnéticos	120
4.3.1. Constitución Política de la República del Ecuador 2008.....	120
4.3.2. Ley Especial de Telecomunicaciones.....	121
4.3.3. Ley De Transparencia	122
4.3.4. Reglamento a la Ley de Radiodifusión y Televisión	122
4.3.5. Reglamento De Protección De Emisiones De Radiación No Ionizante	122
4.3.6. Reglamento Orgánico SUPERTEL.....	123
4.3.7. Disposiciones Internas SUPERTEL.....	123
4.3.8. Aplicación De Recomendaciones	124
4.3.9. Recomendaciones de la UIT	125
4.3.10. Acuerdo No. 010 (Ficha Ambiental Y Plan De Manejo Ambiental.....)	125
4.4. Cálculos de Campos Electromagnéticos	126
4.4.1. Normativas de Seguridad	126
4.4.2. Límites de Exposición a los Campos Electromagnéticos	128
4.4.3. Límites a la exposición de emisiones radioeléctricas.....	129
4.4.4. Cálculos para las Restricciones Básicas a Múltiples Fuentes	131
4.5. Definir las Regiones de Campo a Medir	133
4.6. Calculo de Densidad de Potencia para Entornos Complejos.....	134
4.7. Procedimiento para la Medición de Emisiones de RNI	135
4.7.1. Medición.....	136
4.7.2. Procesamiento de Datos	143

CAPÍTULO 5	146
5. ANÁLISIS TÉCNICO.....	146
5.1. Organización del Sector Ecuatoriano de Telecomunicaciones.....	146
5.1.2. MINTEL.....	146
5.1.3. CONATEL	147
5.1.4. SENATEL	147
5.1.5. SUPERTEL	147
5.2. Norma Técnica de Seguridad para el control en el País.....	147
5.3. Procedimiento para la realización de mediciones de niveles de emisión.....	148
5.3.1. Fase previa a las Mediciones	148
5.3.2. Primera Fase de Medida	151
5.3.3. Segunda Fase de Medida	152
5.3.4. Tercera Fase de Medida.....	152
5.4. Detalles de Radiobases en el Ecuador.....	153
5.4.1. Radiobases CONECEL S.A.....	153
5.4.2. Radiobases OTECEL S.A.....	156
5.4.3. Radiobases CNT E.P.....	158
5.4.4. Frecuencias Asignadas a Operadoras	160
5.5. Evaluación de la Densidad de Potencia	162
5.5.1. Análisis de la Densidad de Potencia CONECEL S.A.....	162
5.5.2. Análisis de la Densidad de Potencia OTECEL S.A.	166
5.5.3. Análisis de la Densidad de Potencia CNT E.P.....	170
5.6. Valoración de los Resultados obtenidos.....	173
5.7. Densidad de Potencia y Campo Eléctrico Promedio por Operador	178
5.7.1. Estadística 2010	178
5.7.2. Estadística 2011	179
5.7.3. Estadística 2012	181
5.8. Departamento de RNI SUPERTEL	183
5.8.1. Análisis FODA	183
5.9. Resultados de las Encuestas	184

CONCLUSIONES	190
RECOMENDACIONES	192
BIBLIOGRAFÍA:	193
MARCO CONCEPTUAL	196
ANEXO 1	207
ANEXO 2	209
ANEXO 3	216
ANEXO 4	218
ANEXO 5	220
ANEXO 6	221
ANEXO 7	263
ANEXO 8	267
ANEXO 9	276
ANEXO 10	277
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	278

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Señal Analógica a) Variable b) Continua	22
Figura 2. Señal Digital a) Serie b) Paralelo	23
Figura 3. Representación de una Onda.....	25
Figura 4. Campo Eléctrico.....	27
Figura 5. Campo Magnético	28
Figura 6. Espectro Electromagnético y Sus Aplicaciones.....	31
Figura 7. Modos de Propagación en Onda de Radio.....	34
Figura 8. Tipos de Radiaciones en el Espectro	38
Figura 9. Penetración de las Radiaciones Ionizantes	39
Figura 10. Efectos de irradiaciones Prenatales	44
Figura 11. Área de Cobertura de una Célula Práctica	50
Figura 12. Célula Teórica y Práctica.....	51
Figura 13. Tipos de Celdas	54
Figura 14. Reutilización de Frecuencias	55
Figura 15. Sectorización 120°.....	56
Figura 16. Móvil Realizando Handover	56
Figura 17. Técnicas de Duplexación a) FDD b) TDD.....	60
Figura 18. Acceso Múltiple por División de Frecuencia.....	63
Figura 19. Acceso Múltiple por División de Tiempo.....	65
Figura 20. Acceso Múltiple por División de Código	66
Figura 21. Elementos de una Red Celular	67
Figura 22. Centro de Conmutación Móvil.....	69
Figura 23. Estación Base de la Floresta 3 (Av, Roberto Serrano)	69
Figura 24. Samsung Galaxy Ace	70
Figura 25. Subsistema de Conmutación de Red (NSS).....	72
Figura 26. Subsistema de Estación Base (BSS).....	75
Figura 27. Localización del Transcodificador y Submultiplexor.....	76
Figura 28. Diagrama de Bloque Componentes de una Red Celular GSM	77
Figura 29. Arquitectura de la red celular UTRAM	79
Figura 30. Arquitectura de la Red Celular UTRAM.....	81
Figura 31. Arquitectura de Red de Acceso a GSM-GPRS / UTRAM	82
Figura 32. Onda Electromagnética y Componentes.....	89
Figura 33. Campo Magnético que Circula al Entorno de un Conductor	91
Figura 34. Patrón de Radiación en Coordenada Polar y Rectangular	93
Figura 35. Radiación de Ondas Electromagnéticas Desde una Antena.....	98
Figura 36 (1). Relación Frente Detrás en los Diferentes Tipos de Antenas	99
Figura 36 (2). Relación Frente Detrás en los Diferentes Tipos de Antenas	100
Figura 37. Patrones de Radiación de una antena Sectorial	103
Figura 38. A. Antena con diversidad horizontal.....	104

Figura 39. Inclinación del haz debido a inclinación de la antena (Down-tilt Mecánico).....	105
Figura 40. Inclinación del Haz mediante desfases en la Alimentación (Down-tilt Eléctrico)	105
Figura 41. Propagación Ideal entre Células de un Sistema.....	106
Figura 42. Haz para limitar el Área de Cobertura y Evitar zonas de Interferencia	106
Figura 43. Forma de haz para Estaciones Radiobases Microcelulares.....	107
Figura 44. Antenas Sectorizadas con Recepción de Diversidad de Polarización	108
Figura 45. Antena con Polarización Cruzada para dos Canales de Transmisión y Recepción..	109
Figura 46. Medidor de Radiación Selectivo (SRM – 3000).....	110
Figura 47. Interfaz en Modo de Evaluación de Seguridad del SRM – 3000	111
Figura 48. Antena Triaxial SRM – 3000.....	112
Figura 49. Conector RF y de Pines Múltiple	113
Figura 50. Cable conector del SRM – 3000 a la Antena Triaxial.....	114
Figura 51. Mapa de Procesos SUPERTEL.....	123
Figura 52. Parámetros que Producen Efectos Térmicos.....	126
Figura 53. Interacción entre el Cuerpo Humano y los Campos Electromagnéticos.....	127
Figura 54. Aspectos para establecer niveles de seguridad.....	128
Figura 55. Interfaz de Configuración Safety Evaluation Mode del SRM – 3000.....	137
Figura 56. Interfaz de Configuración de Unidades y Tipo de Resultado del SRM – 3000	138
Figura 57. Esquema de Zonas de Exposición	139
Figura 58. Interfaz SRM – TS para medición por control remoto del SRM-3000.....	140
Figura 59. Narda SRM – 3000 montado en vehículo con GPS y laptop para control remoto...	141
Figura 60. Medición de Radiación No Ionizante en Vehículo.....	141
Figura 61. Medición de Radiación No Ionizante en diferentes puntos de la Radiobase	142
Figura 62. Coordenadas de puntos medidos y fotos panorámicas de Radiobase (Belén).....	143
Figura 63. Interfaz SRM-Tools Extracción de Puntos de Medición	144
Figura 64. Tablas de Excel con Datos de Medición.....	144
Figura 65. Formulario para el Informe Técnico de Inspección de Emisiones de RNI.....	145
Figura 66. Sector Ecuatoriano de Telecomunicaciones	146
Figura 67. Radiobases en el Ecuador Conecel S.A.	155
Figura 68. Radiobases Provincia del Guayas Conecel S.A.	155
Figura 69. Radiobases en el Ecuador Otecel S.A.....	157
Figura 70. Radiobases Provincia del Guayas Otecel S.A.	158
Figura 71. Radiobases en el Ecuador CNT E.P.	159
Figura 72. Radiobases Provincia del Guayas CNT E.P.....	159
Figura 73. Diagrama de Frecuencias Asignadas, Banda de 850 y 1900 MHz.....	161
Figura 74. Puntos de Referencia cada (30°) Radiobase Bolona	163
Figura 75. Niveles de Densidad de Potencia Medido en la Radiobase Bolona	164
Figura 76. Densidad de Potencia Promedio en la Radiobase Bolona.....	166
Figura 77. Puntos de Referencia cada (30°) Radiobase Cdlaurdenor	167
Figura 78. Niveles de Densidad de Potencia Medido en la Radiobase Cdlaurdenor	168
Figura 79. Densidad de Potencia Promedio en la Radiobase Cdlaurdenor	169
Figura 80. Puntos de Referencia cada (30°) Radiobase Belen.....	170
Figura 81. Niveles de Densidad de Potencia Medido en la Radiobase Belen	172
Figura 82. Densidad de Potencia Promedio en la Radiobase Belén.....	173

Figura 83. Campo Eléctrico Radiobase Bolona Conecel S.A.....	176
Figura 84. Campo Eléctrico Radiobase Cdlaurdenor Otecel S.A.	176
Figura 85. Campo Eléctrico Radiobase Belen CNT E.P.	177
Figura 86. Densidad de Potencia promedio año 2010.....	178
Figura 87. Campo Eléctrico promedio año 2010.....	179
Figura 88. Densidad de Potencia promedio año 2011.....	180
Figura 89. Campo Eléctrico promedio año 2011.....	180
Figura 90. Densidad de Potencia promedio año 2012.....	182
Figura 91. Campo Eléctrico promedio año 2012.....	182
Figura 92. Respuesta pregunta 1.....	184
Figura 93. Respuesta pregunta 2.....	185
Figura 94. Respuesta pregunta 3.....	186
Figura 95. Respuesta pregunta 4.....	187
Figura 96. Respuesta pregunta 5.....	188
Figura 97. Respuesta pregunta 6.....	189
Figura 98. Respuesta pregunta 7.....	189

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz Causa Efecto	12
Tabla 2. Tipos de Emisiones.....	26
Tabla 3. Diferencia de Campos Eléctrico y Magnético.....	29
Tabla 4. Rango de Frecuencia en el Espectro Radioeléctrico.....	32
Tabla 5. Ondas No Ionizantes Emitidas por diferentes equipos y factores	42
Tabla 6. Factores que Influyen en el Daño al Organismo	43
Tabla 7. Efectos Deterministas a Nivel Tisular	47
Tabla 8. Tipos de Cobertura Celular en función del Tráfico	52
Tabla 9. Técnicas de Acceso Múltiple utilizados en los sistemas móviles.....	64
Tabla 10. Tipos de Antenas Adaptables	112
Tabla 11. Exposición Ocupacional	130
Tabla 12. Exposición Público en General	130
Tabla 13. Frecuencias Asignadas a las Concesionarias.....	160
Tabla 14. Radiobase Bolona CONECEL S.A.....	162
Tabla 15. Densidad de Potencia Medida en cada Banda de Frecuencia.....	164
Tabla 16. Densidad de Potencia Medida en la Radiobase Bolona	165
Tabla 17. Radiobase Cdlaurdenor OTECEL S.A.....	166
Tabla 18. Densidad de Potencia Medida en cada Banda de Frecuencia.....	168
Tabla 19. Densidad de Potencia Medida en la Radiobase Cdlaurdenor	169
Tabla 20. Radiobase Cdlaurdenor CNT E.P.	170
Tabla 21. Densidad de Potencia Medida en cada Banda de Frecuencia.....	171
Tabla 22. Densidad de Potencia Medida en la Radiobase Belen	172
Tabla 23. Cantidad de Energía Absorbida por el Organismo	174
Tabla 24. Radiobases Medidas 2010.....	178
Tabla 25. Radiobases Medidas 2011.....	179
Tabla 26. Radiobases Medidas 2012.....	181

CAPÍTULO 1

1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes de la Investigación

En el siglo XIX, se descubrieron las ondas electromagnéticas lo cual fue un avance muy importante de esa época, cuando el físico escocés James Clerk Maxwell pronuncio la existencia de las ondas electromagnéticas consiguió aclarar la problemática para llegar a la conclusión de la electricidad, el magnetismo y la óptica en una misma rama. Sin embargo no pudo demostrar su teoría. Después de 20 años el físico Heinrich Rudolf Hertz demostró la teoría y con ello confirmo las leyes de Maxwell.

Los campos electromagnéticos son un tema de gran importancia, para la industria, para la comunidad científica y para un gran número de personas que hace años atrás vienen manteniendo una controversia importante acerca del aumento progresivo y descontrolado de los niveles de radiaciones electromagnéticas que producen las Radiobases de telefonía celular en nuestro medio, deduciendo que podría causar un riesgo para la salud humana.

El interés en las personas sobre los riegos que podrían causar a la salud las radiaciones electromagnéticas comenzó en el año 1993 cuando los medios de comunicación expusieron a la luz pública el alegato de un hombre del estado de Florida el cual afirmó que su esposa había muerto de cáncer cerebral producido por la radiaciones electromagnéticas que emiten las Radiobases de telefonía celular.¹

¹ C.F Blackman

Actualmente vivimos en un mundo rodeado de ondas electromagnéticas, sin embargo, las ondas capaces de romper moléculas son los rayos X y gamma las cuales se las denominan como Radiaciones ionizantes, también existen aquellas que no logran hacerlo las cuales se denominan Radiaciones no ionizantes como las ondas de radio, microondas, infrarrojo, visible y ultravioleta. Sin embargo algunas radiaciones no ionizantes pueden aumentar los movimientos de las moléculas, lo que se traduce en calentamiento corporal.

Las radiaciones emitidas por los teléfonos móviles como las procedentes de las Radiobases de telefonía celular, dan lugar a la presencia de radiaciones no ionizantes en el medio ambiente, con las que el ser humano convive diariamente; esto ha generado preocupación y duda en la sociedad respecto a sus efectos sobre la salud.

En la ciudad de Guayaquil el incremento de las Radiobases de telefonía celular han aumentado rápidamente debido a la demanda de cobertura, ocasionando que las operadoras de telefonía celular (CONECEL S.A., OTECEL S.A. y CNT E.P.) instalen mas Radiobases por todos los sectores de la ciudad de Guayaquil, este incremento se ha convertido en una preocupación para las personas que se encuentran cerca de una Radiobase.

1.2. Problema de Investigación

1.2.1. Planteamiento del Problema

Con el pasar del tiempo la tecnología ha dado pasos agigantados, llegando a tal punto que usar un teléfono celular es el común denominador de cada habitante. Este desarrollo tecnológico ha generado una gran demanda del servicio de telefonía móvil, por este motivo las operadoras invierten recursos para garantizar la calidad y la continuidad del servicio.

Para lograr mayor cobertura en el servicio móvil avanzado (SMA), las operadoras instalan Radiobases celulares, las cuales permiten establecer comunicación entre los usuarios de diferentes operadoras que existen en nuestro país (CONECEL S.A., OTECEL S.A. y CNT E.P). No obstante, aún existe desconocimiento que se deben abordar para poder mejorar las evaluaciones sobre los riesgos a la salud.

Las Radiobases de telefonía celular se pueden instalar sobre una torre; solución que se toma en los casos de instalación en zonas rurales o urbanizaciones donde no existen edificios altos o en las azoteas de los edificios, en este segundo caso es donde más fácil la antena y su campo de radiación constituye un riesgo para la población circundante y los edificios colindantes a la antena.

Debido a la gran cantidad de instalación de Radiobases celulares en nuestra ciudad, naturalmente causa cierta preocupación e intranquilidad sobre los efectos que puedan causar las ondas electromagnéticas en la salud de los ciudadanos de Guayaquil.

Por esta razón es necesario realizar mediciones de RNI (Radiaciones No Ionizantes) en las Radiobases de la ciudad de Guayaquil, analizarlas de forma individual y determinar si se encuentran dentro de los niveles de exposición permitidos por la normativa adoptada por nuestro país y determinar el grado de exposición al que se encuentra la población.

En el proyecto de investigación se demostrara si las Radiobases de telefonía celular en la ciudad de Guayaquil cumplen con las normas establecidas por el Gobierno Ecuatoriano, con la finalidad de precautelar la seguridad de la población.

1.2.2. Formulación del Problema de Investigación

Los teléfonos móviles, incorporan un pequeño emisor-receptor, este chip es el que permite conectar con la antena emisora-receptora, que las operadoras de telefonía móvil han instalado en diversos puntos de la ciudad, de esta manera se establece la comunicación entre teléfonos móviles. La comunicación entre teléfono y antena se realiza mediante ondas electromagnéticas, generadas artificialmente por ambos. Una vez que las ondas han llegado a la antena más cercana, ésta las transforma para pasar a la red telefónica convencional.

Las Radiobases celulares crean a su alrededor un campo electromagnético en el que actúan sus radiaciones electromagnéticas, caracterizadas por su frecuencia que es la velocidad con la que el campo electromagnético cambia de dirección. La intensidad de este campo creado es inversamente proporcional a la distancia de la antena por lo que en viviendas próximas a la antena instalada, en el mismo edificio o edificios próximos pueden quedar dentro de ese campo intenso y ser afectados. Las dudas se generan en cuanto a la distancia de seguridad y si una azotea de un edificio, el patio de una vivienda o establecimiento, es un sitio seguro para los ciudadanos del sector, por lo tanto:

¿Las radiaciones electromagnéticas emitidas por las Antenas de las Radiobases Celulares instaladas en la ciudad de Guayaquil, cumplen con las leyes, reglamentos y normas, establecidas por las entidades nacionales e internacionales que garantizan la seguridad de las emisiones Radioeléctricas?

1.2.3. Sistematización del Problema de Investigación

Las Radiobases celulares se constituyen en el único medio para dar servicio móvil avanzado en las diferentes zonas de la ciudad de Guayaquil; servicio que implica la

utilización de radiaciones no ionizantes (RNI), bajo un régimen normativo regulado que exige el cumplimiento de ciertas medidas de seguridad y prevención para los seres humanos.

A frecuencias extremadamente altas las ondas electromagnéticas tienen suficiente energía para romper enlaces químicos (ionización). A frecuencias más bajas como las R.F., la energía de las ondas se considera demasiado baja para romper enlaces químicos, por lo que se consideran a estas radiaciones no ionizantes (RNI).

Pero el que estas radiaciones sean no ionizantes simplemente descarta los graves efectos de ionización de la materia y negativos efectos en la salud que producen radiaciones ya muy estudiadas, como las nucleares (Radiaciones ionizantes) pero no descarta otros efectos en la salud, que algunos estudios empiezan a vislumbrar, aunque todavía de forma no sistemática.

Actualmente deseamos disipar las siguientes interrogantes que han generado las radiaciones:

¿Las empresas que tienen a cargo la concesión de las frecuencias para brindar el servicio de telefonía móvil en La ciudad de Guayaquil, cumplen con los niveles de densidad de potencia a la exposición de emisiones electromagnéticas producidas por las antenas de Radiobases celulares, establecidos por los organismos reguladores?

¿Las mediciones realizadas por el ente regulador en la ciudad de Guayaquil, Intendencia Regional Costa, siguen los parámetros establecidos por los organismos que garantizan la seguridad de las emisiones electromagnéticas?

¿Cuáles son los parámetros de seguridad necesarios que se deben cumplir en la instalación de las Antenas de Radiobases de telefonía celular según su carácter de exposición al público en general, al no tener un control sobre la misma?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Comprobar que las radiaciones electromagnéticas emitidas por las Antenas de las Radiobases Celulares instaladas en la ciudad de Guayaquil, cumplen con las leyes, reglamentos y normas, establecidas por las entidades nacionales e internacionales que garantizan la seguridad de las emisiones Radioeléctricas.

1.3.2. Objetivos Específicos

Comprobar que las empresas que tienen a cargo la concesión de las frecuencias para brindar el servicio de telefonía móvil en La ciudad de Guayaquil, cumplan con los niveles de densidad de potencia a la exposición de emisiones electromagnéticas producidas por las antenas de Radiobases celulares, establecidos por los organismos reguladores.

Verificar que las mediciones realizadas por el ente regulador en la ciudad de Guayaquil, Intendencia Regional Costa, siguen los parámetros establecidos por los organismos que garantizan la seguridad de las emisiones electromagnéticas.

Determinar los parámetros de seguridad necesarios que se debe cumplir en la instalación de las Antenas de Radiobases de telefonía celular según su carácter de exposición al público en general, al no tener un control sobre la misma.

1.4. Justificación de la Investigación

El crecimiento en las Telecomunicaciones ha sido demasiado rápido por lo que creímos realizar un estudio en las Radiobases de la telefonía celular, ya que un teléfono móvil se ha convertido en un elemento indispensable en nuestras vidas más que un ordenador; por los que recientes estudios sociológicos realizados alrededor del mundo lo confirman dándonos un precedente que las telecomunicaciones inalámbricas ha sido un éxito rotundo en el mundo entero y por ende el crecimiento aumenta con el pasar del tiempo; por lo que se realizara un exhaustivo análisis de las radiaciones electromagnéticas que producen las Radiobases de telefonía celular en nuestra ciudad de Guayaquil .

Las compañías de telefonía móvil debido a la demanda que presenta la ciudadanía deben instalar más Radiobases para poder brindar mayor cobertura, por ende realizar llamadas de forma clara y precisa.

Los estudios celulares y las investigaciones que se realizaron sigue indicando que es improbable que la onda electromagnética actúe como un problema cancerígeno, múltiples estudios en ratones han sido incapaces de mostrar evidencia alguna de que la radiación electromagnética produzca cáncer cerebral, y tampoco los estudios epidemiológicos en usuarios de teléfono celular muestran ninguna evidencia consistente de asociación entre el uso constante del teléfono celular y cualquier clase de cáncer.

Recientemente un estudio publicado por el Instituto De Salud Pública de Noruega tranquiliza a muchos usuarios de teléfonos móviles, ya que los expertos insisten en que por encima de determinados rangos, los campos electromagnéticos sí pueden desencadenar efectos biológicos y resultar peligrosos para la salud de las personas.²

Actualmente se estima que estar expuesto durante 30 minutos a cuatro vatios incrementa en un grado centígrado la temperatura corporal por lo cual esto si se considera peligroso. Por lo tanto la reglamentación internacional exige que tanto las antenas de los teléfonos móviles como las de otros dispositivos que emiten ondas de radiofrecuencia, sean al menos 50 veces más bajas.

Debido a todas estas hipótesis decidimos realizar un estudio que nos permitan comprobar o desmentir la inquietud creada y proporcionada por diversos estudios.

Esta investigación generará especulaciones y discusión sobre el conocimiento existente del área investigada, y abrirá nuevos caminos que presenten situaciones similares a la que aquí se plantea, sirviendo como referencia a esta.

Por ello hemos escogido este tema de tesis para realizar mediciones de las radiaciones no ionizantes que producen las Radiobases de la telefonía celular y hacer un análisis detallado para comprobar si las mediciones realizadas en las Radiobases se encuentran dentro del rango permitido y si cumplen con las normas establecidas por las leyes de telecomunicación en el “Reglamento de protección de emisiones de radiación no ionizante generadas por el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico”, expedido

² OMS

mediante Resolución No. 01-01-CONATEL-2005 del 11 de enero de 2005 y publicado en el Registro Oficial No. 536 el 3 de marzo del 2005.³

Profesionalmente, esta investigación, pondrá en manifiesto los conocimientos obtenidos durante el transcurso de nuestra carrera y permitirá sentar las bases para estudios futuros que surjan partiendo de la problemática especificada.

1.5. Formulación de la Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

De acuerdo a los informes técnicos de las inspecciones de emisión de RNI realizadas por el ente regulador, SUPERTEL, Intendencia Regional Costa, a las antenas de Radiobases de telefonía celular ubicadas en la ciudad de Guayaquil, las radiaciones electromagnéticas cumplen con las leyes, reglamentos y normativas nacionales e internacionales de protección a las emisiones de Radiación no Ionizante.

1.5.2. Hipótesis Particulares

Según los rangos de frecuencias asignadas a las operadoras ecuatorianas, y la diversidad de antenas que trabajan en diferentes rangos de frecuencia permitidos por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), el promedio de la densidad de potencia emitida por las Radiobases celulares en la ciudad de Guayaquil, se encuentran por debajo de 1 mW/cm^2 .

³ SUPERTEL

En base a los datos e información mostrados en los distintos medios de comunicación y los avistamientos constantes del personal de la SUPERTEL en los alrededores de la ciudad de Guayaquil, se establece que las mediciones son realizadas de acuerdo a los estándares predeterminados para la seguridad de la población.

Las operadoras, organismos públicos u otra empresa privada, cumplen con normas técnicas establecidas en las Leyes, Reglamentos y Recomendaciones, donde se especifican los límites y precauciones, para la instalación de antenas de Radiobases celulares ubicadas en edificios y hogares dentro de la ciudad de Guayaquil.

1.6. Matriz Causa – Efecto

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿Las radiaciones electromagnéticas emitidas por las Antenas de las Radiobases Celulares instaladas en la ciudad de Guayaquil, cumplen con las leyes, reglamentos y normas, establecidas por las entidades nacionales e internacionales que garantizan la seguridad de las emisiones Radioeléctricas?	Comprobar que las radiaciones electromagnéticas emitidas por las Antenas de las Radiobases Celulares instaladas en la ciudad de Guayaquil, cumplen con las leyes, reglamentos y normas, establecidas por las entidades nacionales e internacionales que garantizan la seguridad de las emisiones Radioeléctricas.	De acuerdo a los informes técnicos de las inspecciones de emisión de RNI realizadas por el ente regulador, SUPERTEL, Intendencia Regional Costa, a las antenas de Radiobases de telefonía celular ubicadas en la ciudad de Guayaquil, las radiaciones electromagnéticas cumplen con las leyes, reglamentos y normativas nacionales e internacionales de

		protección a las emisiones de Radiación no Ionizante.
SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS
¿Las empresas que tienen a cargo la concesión de las frecuencias para brindar el servicio de telefonía móvil en La ciudad de Guayaquil, cumplen con los niveles de densidad de potencia a la exposición de emisiones electromagnéticas producidas por las antenas de Radiobases celulares, establecidos por los organismos reguladores?	Comprobar que las empresas que tienen a cargo la concesión de las frecuencias para brindar el servicio de telefonía móvil en La ciudad de Guayaquil, cumplen con los niveles de densidad de potencia a la exposición de emisiones electromagnéticas producidas por las antenas de Radiobases celulares, establecidos por los organismos reguladores.	Según los rangos de frecuencias asignadas a las operadoras y la diversidad de antenas que trabajan en diferentes rangos de frecuencia permitidos por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), el promedio de la densidad de potencia emitida se encuentran por debajo de 1 mW/cm^2 .
¿Las mediciones realizadas por el ente regulador en la ciudad de Guayaquil, Intendencia Regional Costa, siguen los parámetros establecidos por los organismos que garantizan la seguridad de las emisiones	Verificar que las mediciones realizadas por el ente regulador en la ciudad de Guayaquil, Intendencia Regional Costa, siguen los parámetros establecidos por los organismos que garantizan la seguridad de las emisiones electromagnéticas.	En base a los datos e información mostrados en los distintos medios de comunicación y los avistamientos constantes del personal de la SUPERTEL en los alrededores de la ciudad de Guayaquil, establece que las mediciones son realizadas de acuerdo a los estándares

electromagnéticas?		predeterminados para la seguridad de la población.
¿Cuáles son los parámetros de seguridad necesarios que se deben cumplir en la instalación de las Antenas de Radiobases de telefonía celular según su carácter de exposición al público en general, al no tener un control sobre la misma?	Determinar los parámetros de seguridad necesarios que se debe cumplir en la instalación de las Antenas de Radiobases de telefonía celular según su carácter de exposición al público en general, al no tener un control sobre la misma.	Las operadoras, organismos públicos u otra empresa privada, cumplen con normas técnicas establecidas en las Leyes, Reglamentos, Recomendaciones, donde se especifican los límites, precauciones, para la instalación de antenas de Radiobases celulares ubicadas en edificios y hogares dentro de la ciudad.

Tabla 1. Matriz Causa Efecto
Elaborado por: Autores

1.7. Variables

1.7.1. Variables independientes

- ✓ Integración de la información.

1.7.2. Variables dependientes

- ✓ Pérdida de tiempo en la recopilación de los datos de las mediciones de las Radiobases de telefonía celular.
- ✓ Error en la manipulación de los datos.

- ✓ Prestación de equipos.

1.8. Aspectos Metodológicos de la Investigación

1.8.1. Tipo de Estudio

- **Investigación Exploratorio.** Se realizarán investigaciones en el área de RNI que contiene la Superintendencia de Telecomunicaciones para poder obtener los resultados, permitiendo comprobar la efectividad de este estudio.
- **Investigación Descriptiva.** Describe todos los procesos que se realizaran para tomar las mediciones y verificar si las Radiobases de telefonía celular cumplen con las normas establecidas en nuestro país.
- **Investigación Explicativa.** Determina, cuales son las causas que han venido ocasionando incertidumbre sobre las radiaciones no ionizantes producidas por la Radiobases ubicadas en la ciudad de Guayaquil.
- **Investigación de Campo.** Nos basamos en las experiencias y en los testimonios de las personas que laboran en el departamento de RNI de la Superintendencia de Telecomunicaciones quienes a diario realizan estos procedimientos de mediciones de frecuencia, potencia e intensidad en las estaciones Radiobases de telefonía celular ubicadas en la ciudad de Guayaquil.

1.8.2. Método de Investigación

Para la realización de nuestra Tesis utilizaremos los métodos de investigación: el método de análisis, el método experimental, el método inductivo, el método comparativo y el método estadístico, los cuales nos llevará a verificar si cumple con todas las normas vigentes establecidas para las Radiobases de telefonía celular planteada en la matriz causa-efecto.

Utilizaremos otras técnicas de investigación como son: la observación directa del objeto de estudio y su entorno, la entrevista a las personas directamente implicadas con el departamento de RNI para obtener la información necesaria y los requerimientos para el desarrollo de cada uno de los procesos que se hacen para realizar la mediciones.

- **Método de Análisis.** Comenzaremos con la identificación de cada una de las actividades que se efectúan en el departamento de RNI para la realización de la medición entre los procesos que suceden a diario, analizando las variables que son afectadas y que componen el objeto de estudio.

- **Método Experimental.** Aplicaremos el método experimental mediante pruebas realizadas en las Radiobases de telefonía celular para demostrar las hipótesis planteadas, comprobando la efectividad del cumplimiento de los parámetros.

- **Método Comparativo.** Este método nos permitirá comparar los datos obtenidos desde el año del 2010-2012 para ver que tanto han cambiado los datos de las mediciones hechas a las Radiobases de telefonía celular, para indicar los resultados y demostrar que se han cumplido los objetivos propuestos en el objeto de estudio.

- **Método Inductivo.** Nos permitirá establecer relaciones entre las investigaciones previas para formular leyes teóricas que nos expliquen si es necesario apoyarnos en otras investigaciones existentes en nuestro estudio sobre las radiaciones electromagnéticas no ionizantes.

- **Método de Síntesis.** Procederemos a comprobar las hipótesis generadas sobre el cumplimiento de las normas establecidas, mediante pruebas de campo.

- **Métodos Estadísticos.** Tomaremos muestras para realizar un estudio, y plasmaremos los resultados en gráficos y tablas; llegaremos a saber si se cumplen con las normas establecidas sobre las Radiaciones No Ionizantes generadas por las Radiobases de telefonía celular que se encuentran ubicadas en la ciudad de Guayaquil.

Realizaremos una pequeña encuesta para saber el nivel conocimiento acerca del tema de las Radiación no Ionizante que producen las Antenas de Telefonía celular.

1.9. Fuentes y Técnicas para la Recolección de Información Población y Muestra

De acuerdo al censo 2011 realizado por el INEC la ciudad de Guayaquil cuenta con una población de 3.573.003 habitantes. Tomaremos como muestra los habitantes que se han visto afectados por las Radiaciones Electromagnéticas No ionizantes, considerando que desde 1993 se comenzó a instalar antenas para servicios celulares y desde el año 2005 se aprobó una ley en la cual todas las empresas de telefonía móvil debía cumplir con parámetros de instalación.⁴

⁴ INEC. Censo de Población 2011

Durante el desarrollo de la presente investigación se utilizará una metodología estructurada en tres etapas.

En la primera etapa se procederá a la búsqueda de toda la información necesaria para realizar la investigación.

En la segunda etapa se realizará la recopilación de los datos de las mediciones de las Radiobases de telefonía celular de la ciudad de Guayaquil y antecedentes para la investigación y la realización de la misma.

En la tercera etapa se procederá a recolectar los datos de las mediciones de RNI, con la que se llevarán a cabo los siguientes procedimientos:

1. Investigación sobre el funcionamiento del Equipo SRM-3000 para realizar las mediciones de RNI.
2. Recopilación de los datos.
3. Entrevistar al encargado del departamento de las RNI (Radiaciones no Ionizantes) e informar sobre el estudio que realizaremos y solicitar formalmente su permiso y colaboración para la aplicación del instrumento de recolección de datos.
4. Utilizar el equipo para la realización de las mediciones en la Radiobases de telefonía celular en la ciudad de Guayaquil.

5. Realización de un video del funcionamiento del equipo, elaboración de las mediciones y entrevista sobre las radiaciones no ionizantes que producen las antenas de telefonía celular.

6. Tabular los datos de las mediciones en la Radiobases de telefonía celular en la ciudad de Guayaquil.

Utilizaremos el método de encuesta para diseñar un cuestionario con preguntas para examinar el nivel de información de las personas acerca de las radiaciones no ionizantes que producen las Radiobases de telefonía celular en nuestra ciudad de Guayaquil.

Tomaremos como muestra 200 personas que habitan en la ciudad de la Guayaquil, que oscilan entre los 16 hasta los 50 años.

1.10. Herramientas de Recolección de Información

1.10.1. La entrevista

La entrevista será dirigida a la coordinadora Ing. Verónica Quintuña del departamento de Control del Espectro Radioeléctrico de la Superintendencia de Telecomunicaciones, Intendencia Regional Costa (Guayaquil), en la cual se efectuará una conversación acerca de las preguntas frecuentes sobre las radiaciones no ionizantes para llegar a un concepto específico de las opiniones, metas dentro de la organización, y procedimientos que podrían mejorarse.

1.10.2. Observación

Mediante la observación analizaremos cada uno de los procesos para realizar la medición, a cargo del supervisor de la Intendencia Regional Costa, en las Radiobases de telefonía celular ubicadas en la ciudad de Guayaquil.

1.10.3. Recolección de Datos

La recolección de datos nos ayudará analizar y comprobar el Reglamento de protección de emisiones de radiación no ionizante generadas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico”, expedido mediante Resolución No. 01-01-CONATEL-2005 del 11 de enero de 2005.

1.10.4. Encuesta

Se realizará mediante un formulario de preguntas a los ciudadanos de Guayaquil para saber el grado de conocimiento que tienen sobre las radiaciones electromagnéticas que producen las Radiobases de telefonía celular.

1.10.5. Población y Muestra

En nuestro análisis realizaremos un muestreo de 200 personas las cuales nos ayudarán a obtener información sobre el grado de conocimiento que tienen sobre las radiaciones no ionizantes que producen las Radiobases de telefonía celular y los correspondientes datos estadísticos del objeto de estudio.

1.10.6. Tratamiento de la Información

La información recolectada será analizada y expuesta en cuadros estadísticos, los cuales indicarán los niveles de campo eléctrico y magnético de las Radiobases de telefonía celular en la ciudad de Guayaquil, adicionalmente en el cuadro estadístico incluirá si las enfermedades que se les atribuyen a las radiaciones electromagnéticas no ionizantes efectivamente afectan a la salud humana.

Realizaremos un análisis FODA demostrando el pro y contra, si cumplen con las normas establecidas para la instalación de las antenas celulares.

Realizaremos un cuadro comparativo con los niveles de frecuencia y potencia en que trabajan los equipos de los diferentes operadoras CONECEL S.A., OTECEL S.A. y CNT E.P. de telefonía a nivel Nacional y el uso de frecuencia a nivel del Ecuador.

1.11. Resultados e Impactos Esperados

Uno de los resultados esperados es saber si la Superintendencia de Telecomunicaciones, como ente regulador, respeta y hace cumplir las normas de instalaciones de las torres celulares en la ciudad de Guayaquil.

Si las compañías celulares respetan el uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico, ubicadas en la ciudad de Guayaquil.

Establecer los Límites de Protección de Emisiones de Radiación No Ionizante generadas por el uso de frecuencias del Espectro.

Tener la seguridad que la SUPERTEL cumple con el monitoreo y control para el cumplimiento de los límites establecidos, mediante las mediciones de los parámetros definidos, aplicado a las estaciones Radiobases o BTS fijas que operan en el rango de 3 KHz a 300 GHz.

Nosotros esperamos aclarar las dudas sobre las especulaciones que se dan por las Radiaciones electromagnéticas no ionizantes que producen las Estaciones Radiobases de telefonía celular ubicadas en la ciudad de Guayaquil, si cumplen o no con las debidas emisiones permisibles existentes por el organismo correspondiente; el impacto esperado es que sea de gran ayuda y utilidad para las ciudadanía Guayaquileña.

CAPÍTULO 2

2. RADIOFRECUENCIA

2.1. La Señal

Es una función que transmite información por medio de la tensión entre dos puntos o la corriente a través de un elemento, que puede variar a lo largo del tiempo o espacio.

2.1.1. Señal Analógica

Generada por algún tipo de fenómeno electromagnético, estas pueden tomar cualquier valor dentro de determinados márgenes y llevan la información en su amplitud, siendo variable en esta y en su período en función al tiempo.

- **Señales analógicas variables.** Tienen una frecuencia constante, que equivalen a la suma de un conjunto de senoides cuya frecuencia mínima es mayor a cero.

- **Señales analógicas continuas.** Son señales que tienen cierto nivel fijo durante un tiempo indefinido, cuya frecuencia mínima es cero.

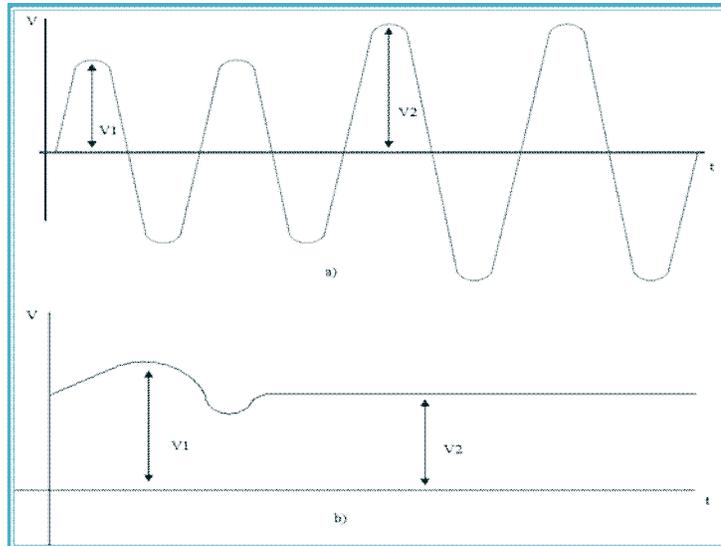


Figura 1. Señal Analógica a) Variable b) Continua
Elaborado por: Autores

2.1.2. Señal Digital

Son aquellas que toman valores discretos, un número finito de niveles o estados entre un máximo representado por un 1 y un mínimo representado por un cero. Se necesita un número “n” de variables para representar una información.

- **Señal digital en Serie.** Estas pueden ser mediante una secuencia de niveles de cero “0” y uno “1” de una señal digital, que se utiliza para transmitir información digital a distancia.
- **Señal digital en Paralelo.** Mediante otras señales binarias independientes, que en instantes sucesivos se tienen números diferentes. Este formato es utilizado por procesadores digitales.

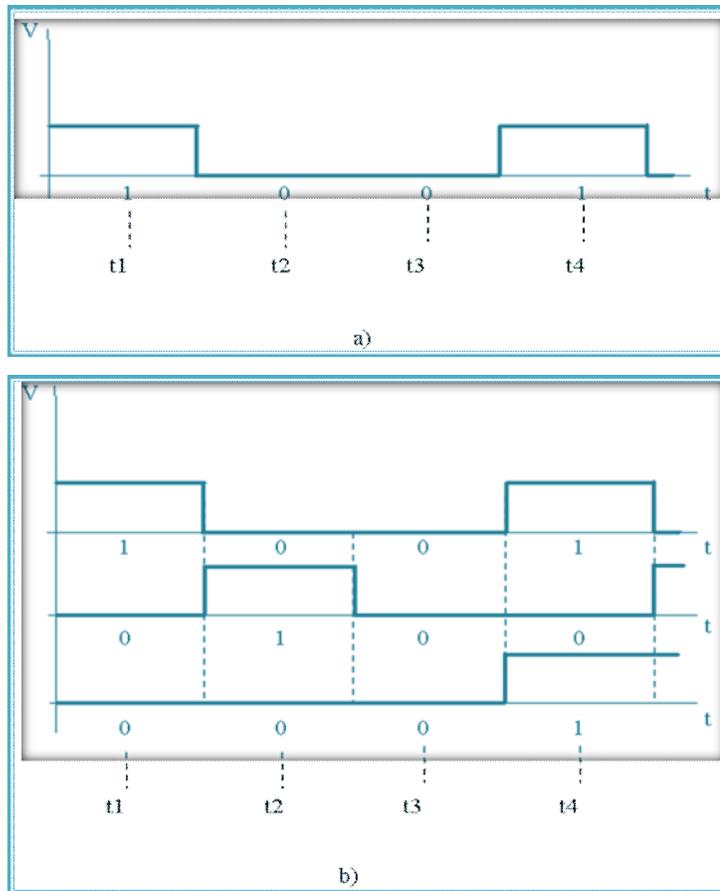


Figura 2. Señal Digital a) Serie b) Paralelo
Elaborado por: Autores

2.2. Onda

Son fenómenos vibratorios y ondulatorios que se producen con un movimiento periódico de una o varias partículas o campos que dependen del tiempo y de una amplitud, que a su vez se propagan en el espacio.

2.2.1. Onda Continua

Una onda cuyas oscilaciones sucesivas son idénticas bajo condiciones de estado estacionario.

2.2.2. Onda Plana

Una onda electromagnética en la cual el vector campo eléctrico y magnético permanece en posición horizontal en un plano perpendicular a la dirección de propagación de la onda y la fuerza del campo magnético y la fuerza del campo eléctrico son iguales.

2.2.3. Elementos de una Onda

- **Frecuencia (f)** .Es el número de ciclos sinusoidales completados por las ondas electromagnéticas en una unidad de tiempo, expresado generalmente en impedancia de los hertzios (Hz).⁵

- **Frecuencia asignada.** Centro de la banda de frecuencias, asignada a una estación.

- **Frecuencia característica.** Puede identificarse y medirse fácilmente en una emisión determinada.

- **Frecuencia de referencia.** Frecuencia que ocupa una posición fija y bien determinada con relación a la frecuencia asignada. La desviación de esta frecuencia con relación a la frecuencia asignada es, en magnitud y signo, la misma que la de la frecuencia característica con relación al centro de la banda de frecuencias ocupada por la emisión.

⁵ CONATEL, Plan Nacional de Frecuencias Ecuador 2012, p. 25

- **Período (t).** Tiempo que le toma a la onda en ir desde un punto de máxima amplitud a otro, es decir, es el tiempo que le toma a un ciclo en volver a comenzar.
- **Amplitud (A).** Es la distancia vertical entre el punto máximo de elongación y el punto medio de la onda, cuyo valor varía con el tiempo y de un punto a otro del espacio.
- **Longitud de Onda.** Representada por el símbolo lambda (λ), no es nada más que la distancia que existe de un pulso a otro.

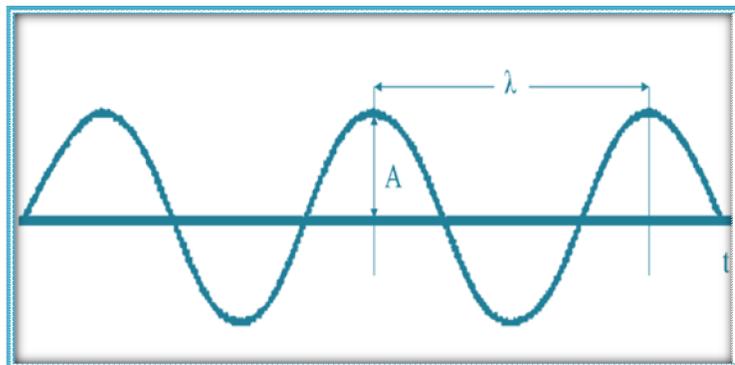


Figura 3. Representación de una Onda
Elaborado por: Autores

2.3. Emisión

Las emisiones no son más que las radiaciones producidas por una estación transmisora radioeléctrica.

2.3.1. Clases de Emisión

Se clasifican de acuerdo a la naturaleza de la señal moduladora, al tipo de información que se va a transmitir, al tipo de modulación de la portadora principal, así como otras características según el caso, cada una de estas clases, se designa mediante un conjunto de símbolos normalizados.⁶

EMISIÓN	DESCRIPCIÓN
Banda lateral única	Emisión de modulación de amplitud con una sola banda lateral
Banda Lateral única y Portadora Completa	Emisión de banda lateral única sin reducción de la portadora
Banda Lateral única y Portadora reducida	Emisión de banda lateral única sin reducción de la portadora pero un nivel que permite reconstruirla y emplearla para la demodulación
Banda Lateral única y Portadora Suprimida	Emisión de banda lateral única en la que la portadora es virtualmente suprimida, no pudiéndola usar para la demodulación
Fuera de Banda	Emisión de una o varias frecuencias situadas fuera de la anchura necesaria, excluyendo las emisiones no esenciales
No Esencial	Emisión de una o varias frecuencias situadas fuera de la anchura necesaria, cuyo nivel puede reducirse sin influir en la transmisión de la información correspondiente
No Deseadas	Conjunto de emisiones no esenciales y de las emisiones fuera de banda

Tabla 2. Tipos de Emisiones
Elaborado por: Autores

⁶ CONATEL, Óp. cit., p. 24

2.4. Concepto de Campo

Campo es la descripción en términos físicos de la influencia que uno o más cuerpos ejercen sobre el espacio que les rodea, sirve para explicitar el valor de una magnitud escalar en todos y cada uno de los puntos del espacio y en cada instante de tiempo.

2.4.1. Campo Eléctrico

Un campo eléctrico es conocido como un campo de fuerza creado por la atracción y repulsión de cargas eléctricas y se mide en V/m.

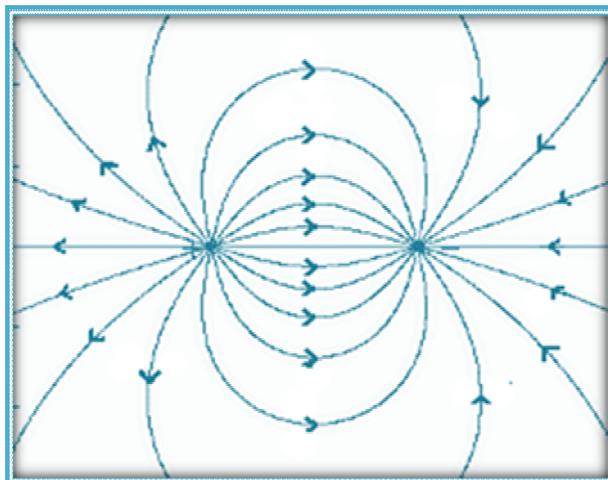


Figura 4. Campo Eléctrico
Fuente: Autores

Se originan cuando existe una diferencia de voltaje, y no es necesario que fluya corriente eléctrica. La intensidad de un campo eléctrico depende de la diferencia de voltaje, y de la distancia con respecto al artefacto conductor, de esta manera, el campo eléctrico es mucho más intenso, cuanto mayor sea la tensión, y cuan mayor sea la proximidad al conductor que lo genera, así, disminuye en la medida que la distancia aumenta.

2.4.2. Los campos Eléctricos Estáticos

Son campos eléctricos que no varían con el tiempo (frecuencia de 0 Hz) y se generan por cargas eléctricas fijas en el espacio, estos, son distintos de los campos que cambian con el tiempo, como los campos electromagnéticos generados por: teléfonos móviles, electrodomésticos, etc.; los niveles de campos electrostáticos que se generan alrededor de equipos de alta tensión que se encuentran en oficinas y viviendas, comprenden de 1 y 20 kV/m.

2.4.3. Campo Magnético

Un campo magnético es un campo de fuerza creado por el movimiento de cargas eléctricas o flujo de la electricidad y la intensidad o corriente de un campo.

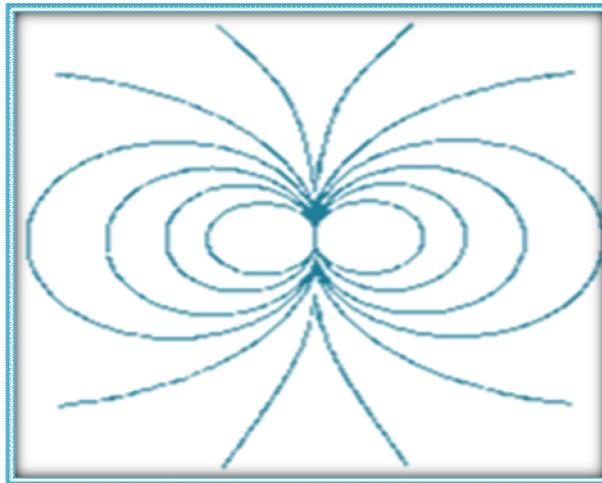


Figura 5. Campo Magnético
Fuente: Autores

Actualmente podemos definir que todos los fenómenos magnéticos se producen por cargas en movimiento y que las propiedades magnéticas de los imanes tienen su razón de ser, debido a los movimientos de los electrones dentro de los átomos.

2.4.4. Diferencia entre un Campo Eléctrico y Magnético

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

CAMPO ELÉCTRICO	CAMPO MAGNÉTICO
Unidad de Medida es el voltio por metro o Kilovoltios por metros (V/m) o (kV/m)	Unidad de Medida es el amperio por metros (A/m) o el flujo magnético en Teslas (T)
Los campos eléctricos se originan aunque no esté conectado a una fuente eléctrica.	Los campos magnéticos se originan cuando están conectados a una fuente eléctrica y fluye la corriente.
La intensidad del campo disminuye conforme aumenta la distancia desde la fuente.	La intensidad del campo disminuye conforme aumenta la distancia desde la fuente.
Algunos materiales comunes, como la madera o el metal, apantallan sus efectos.	La mayoría de materiales de construcción no atenúan los campos magnéticos.
La fuente de los campos eléctricos es la tensión eléctrica o voltaje.	La fuente de los campos magnéticos es la corriente eléctrica.

Tabla 3. Diferencia de Campos Eléctrico y Magnético
Elaborado por: Autores

2.4.5. Campo Electromagnético

Son generados mediante fenómenos naturales y actividades humanas, formado por cargas y corrientes, cuya velocidad no es constante y su movimiento puede ser variable, sin ningún tipo de restricción.

El estado de un campo electromagnético, queda determinado cuando se dan sus características vectoriales, en otras palabras, las intensidades de los campos eléctricos y magnéticos, sin embargo, esta distinción depende del observador, ya que un observador

en movimiento relativo respecto al sistema de referencia, medirá efectos eléctricos y magnéticos diferentes, a diferencia de un observador en reposo con respecto a dicho sistema.

El electromagnetismo es la base de la producción de energía eléctrica los medios de telecomunicación, por lo que podemos decir que juega un papel crucial en nuestra civilización actual ya que es imposible decir que no está expuesta a ellas.

2.5. Espectro Electromagnético/Radioeléctrico

El espectro electromagnético es la distribución energética de un conjunto de las ondas electromagnéticas.

Estos pueden ser observados mediante espectroscopios, los cuales permiten realizar medidas sobre éste, como la frecuencia, la intensidad de la radiación y la longitud de onda.

Este se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por, la luz ultravioleta, luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio.

El límite para la longitud de onda más pequeño posible es la Longitud de Planck, la cual es la distancia por debajo de la que se espera que el espacio deje de tener una geometría clásica. Mientras que el límite máximo sería el tamaño del Universo, es decir, el espectro electromagnético es continuo e infinito.

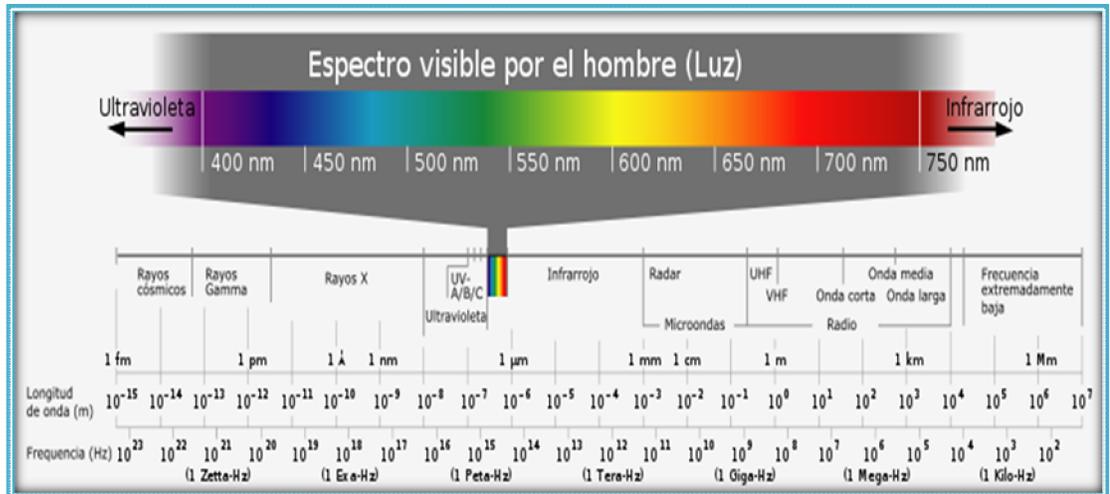


Figura 6. Espectro Electromagnético y Sus Aplicaciones
 Elaborado: Horst Frank, Jailbird

2.6. Concepto de Radiofrecuencia

Transforma la radiación electromagnética en energía térmica (calor), debido a la resistencia que ejercen los tejidos al movimiento de los electrones. Las ondas electromagnéticas de esta región del espectro, se pueden transmitir aplicando la corriente alterna originada en un generador a una antena (se propaga de transmisor a receptor).

Se encuentra situada en el rango entre 3kHz y unos 300GHz. Se denomina espectro de radiofrecuencias o con las siglas RF. En esta parte del espectro, correspondientes a las radiaciones no ionizantes, la energía de la onda no es suficiente para producir ionización aún a intensidades altas.

NOMBRE	FRECUENCIA	RANGO DE FRECUENCIA	LONGITUD DE ONDA	TIPO DE ONDA (SUBDIVISION METRICA)
Muy Baja Frecuencia	VLF	3 a 30 KHz	100 – 10 km	Ondas miriámétricas
Baja Frecuencia	LF	30 a 300 KHz	10 – 1 km	Ondas kilométricas
Media Frecuencia	MF	300 a 3000 KHz	1 km – 100 m	Ondas hectométricas
Alta Frecuencia	HF	3 a 30 MHz	100 – 10 m	Ondas decamétricas
Muy Alta Frecuencia	VHF	30 a 300 MHz	10 – 1 m	Ondas Métricas
Ultra Alta frecuencia	UHF	300 a 3000 MHz	1 m – 100 mm	Ondas disimétricas
Súper Alta frecuencia	SHF	3 a 30 GHz	100 – 10 mm	Ondas centimétricas
Frecuencia Extremadamente Alta	EHF	30 a 300 GHz	10 - 1 mm	Ondas milimétricas
	-	300 a 3000 GHz	< 1 mm	Ondas decilimétricas

Tabla 4. Rango de Frecuencia en el Espectro Radioeléctrico
Elaborado por: Autores

Los campos se empiezan a cuantificar, en términos de intensidad de campo eléctrico y magnético, a frecuencias inferiores a 300 MHz aproximadamente.

De 300 GHz para arriba, la absorción de radiación electromagnética por la atmósfera terrestre es tan alta, que esta se vuelve opaca a ella, pero en los denominados rangos de frecuencia ópticos e infrarrojos, se vuelve de nuevo transparente.

2.6.1. Uso de las Radiofrecuencias

A más de las Radiocomunicaciones, cabe recalcar que las Radiofrecuencias son utilizadas para diferentes objetivos, tales como: la Esterilización empleada para el control de envases, así como la radiación de microondas, en la Resonancia magnética nuclear para estudiar la información estructural o química de una muestra, en la Radioastronomía la cual estudia los objetos celestes y los fenómenos astrofísicos (el Universo) a través de la captación y análisis de ondas de Radiofrecuencia, el Radar que, a través de radiaciones electromagnéticas, permite detectar/medir la localización, velocidad, distancias y altitudes, de objetos estáticos, móviles o para diferentes Tratamientos estéticos.

2.6.2. Radiocomunicaciones

La comunicación es realizada a través del espectro radioeléctrico, cuyas propiedades son numerosas dependiendo de sus bandas de frecuencia.

El funcionamiento de la Transmisión (TX) y Recepción (RX), se da cuando la onda de radio actúa sobre un conductor eléctrico (antena), esta induce en él un movimiento de carga eléctrica, que puede ser transformado en señales portadoras de información.

Es decir, el emisor como función produce una onda portadora, cuyas características son modificadas en función de la señal a transmitir, luego propaga la onda portadora así modulada, entonces el receptor capta la onda y la demodula para hacer llegar al usuario (espectador/auditor) solamente la señal transmitida.

Las transmisiones de Radiodifusión (en bandas de AM y FM), Radar, Televisión (en bandas UHF, VHF y en forma digital), Redes inalámbricas y Telefonía móvil, están incluidos en esta clase de emisiones de radiofrecuencia.

2.6.3. Modos de Propagación

Las ondas electromagnéticas se propagan en el espacio libre (en el vacío). Cuando las ondas se propagan en la atmósfera de la tierra introduce pérdidas de la señal que no se encuentran en el vacío. Lo más recomendable es que exista una guía de onda, de tal manera que la energía se pueda propagar por un medio guiado, pero estos dependen de las dimensiones de la guía, de su polarización y de la longitud de onda.

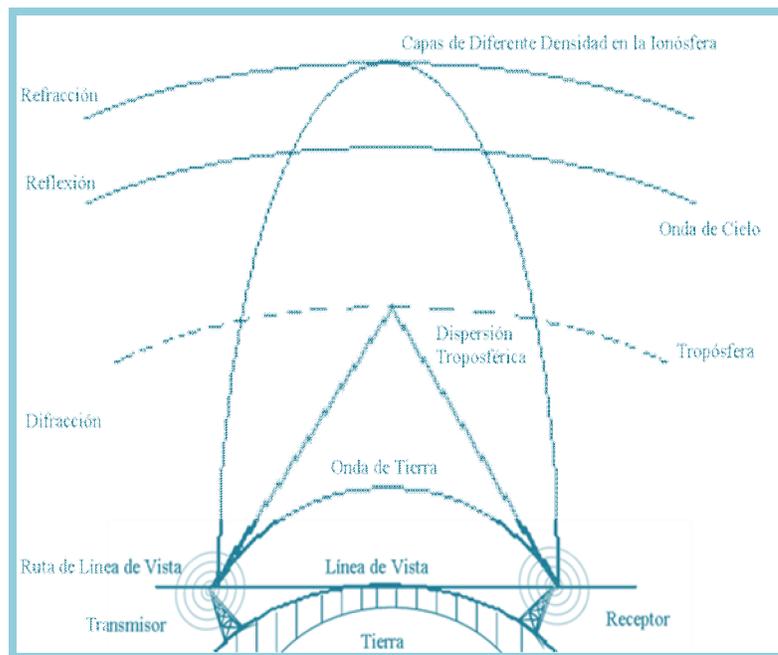


Figura 7. Modos de Propagación en Onda de Radio
Elaborado por: Autores

- **Propagación con Línea de Vista (line-of-sight - LOS).** En el espacio libre, las ondas electromagnéticas se propagan al exterior hacia todas las direcciones, lo que resulta en un frente de onda esférico. A medida que la distancia desde la fuente aumenta, el frente de onda esférico converge a un frente de onda plano a través de cualquier área finita de interés, de esta forma la propagación se modela y se convierten en ondas que viajan en línea recta. El alcance de un sistema LOS, está limitado por el efecto de la curvatura de la Tierra, por lo tanto, solo puede llegar más allá del horizonte, cuando se tengan torres o mástiles más altos.

- **Propagación Sin Línea de Vista (Non-LOS).** Es cuando la transmisión se propaga a través de un camino que está parcialmente obstruido, generalmente por un objeto físico, como: edificios, montañas, árboles o líneas de energía eléctrica, entre el Receptor y el Transmisor, los cuales distorsionan o atenúan las señales.

- **Propagación Indirecta (Difracción).** Llamada también onda de Tierra o de superficie, se propagan mediante difracción, (éste se basa en el curvado y esparcido de las ondas cuando se encuentran con un obstáculo o al atravesar un agujero o rendija), utilizando a la tierra como guía de onda. Las señales de radio de baja frecuencia son las que mejor se adaptan, ya que a menor frecuencia, mayor difracción, pero sus anchos de banda son muy bajos, por lo que este tipo de comunicación no se utiliza ampliamente.

- **Propagación Troposférica (Reflexión).** Esta es una forma de reflexión de ondas (onda reflejada), donde la onda electromagnética choca con la frontera entre dos medios y es reflejada en dirección opuesta al segundo medio, que es lo que ocurre en la capa de la atmósfera llamada tropósfera, justo por encima del horizonte, con suficiente densidad de flujo de potencia, ya que las moléculas de vapor de agua y el gas provocan dispersión, durante la trayectoria de la onda.

Trabaja mejor en Ultra Alta Frecuencia (UHF). Utilizan potencias de transmisión potencialmente muy altas tienen receptores muy sensibles con ganancia muy alta, con grandes antenas reflectoras.

- **Propagación Ionosférica (Refracción).** Conocida como propagación por onda de cielo, esta aparece por la refracción o deflexión, que se refiere al cambio de las ondas al pasar por las distintas capas de la atmósfera hasta la ionósfera, estas pasan en dirección oblicua de un medio a otro, con distinta velocidad de propagación. Por lo tanto al haber mayor altura, puede permitir enlaces NLOS de distancia más grandes por solo una ruta de refracción.

2.7. Exposición Humana a Sistemas de Telefonía Móvil

El cuerpo humano tiene una estructura interna compleja, sus distintos tejidos hace que sus propiedades dieléctricas varíen de unos puntos del cuerpo a otros. La mera presencia del cuerpo altera significativamente la distribución de campo, es más, en el caso de exposiciones a campos próximos, el acoplamiento entre el cuerpo y la fuente puede alterar incluso las prestaciones de esta última.

Ya que el uso de teléfonos móviles se ha convertido en algo completamente normal en cualquier entorno cotidiano, cada vez que este se activa, intenta establecer contacto con una estación Radiobase, generalmente la más cercana, que a su vez contactará con otra estación Radiobase y así sucesivamente hasta que la llamada se dirija a un canal libre y se complete el establecimiento de la comunicación.⁷

⁷ SUPERTEL, Efectos Biológicos Y Potenciales Riesgos De Los Campos Electromagnéticos De Radiofrecuencia, p. 5.

En consecuencia esto induce a que los seres humanos tengamos un contacto permanente con estos tipos de radiaciones.

2.8. Las Radiaciones

El término radiación significa energía transmitida por medio de ondas que se propagan en el espacio u otro medio. Los campos electromagnéticos transportan energía, es decir, emiten radiación.

La interacción del material biológico con una emisión electromagnética, depende de la frecuencia de la emisión. Los incrementos de temperatura mayores a 1° C pueden provocar cambios de comportamiento, reduciendo la resistencia debido al calor. El calentamiento del tejido puede comenzar a ser medible, bajo ciertos parámetros de exposición a energía de Radiofrecuencia.

Los órganos más sensibles al calor son los que tienen menos irrigación, como los ojos y las gónadas. Estos efectos definen las restricciones básicas de los límites de exposición internacionales y por debajo de dichos límites no existe ningún efecto establecido. Muchos de los tipos de radiaciones, son carcinogénicas para el hombre, es decir, que actúa sobre los tejidos vivos de tal forma que produce cáncer.

Las diferentes clases de radiaciones comprenden porciones del espectro electromagnético y cada zona del espectro se caracteriza por su frecuencia (velocidad con la que el campo electromagnético cambia de dirección). Por lo que se divide en 2 tipos de acuerdo a su frecuencia que puede ser: ionizante y no ionizante.

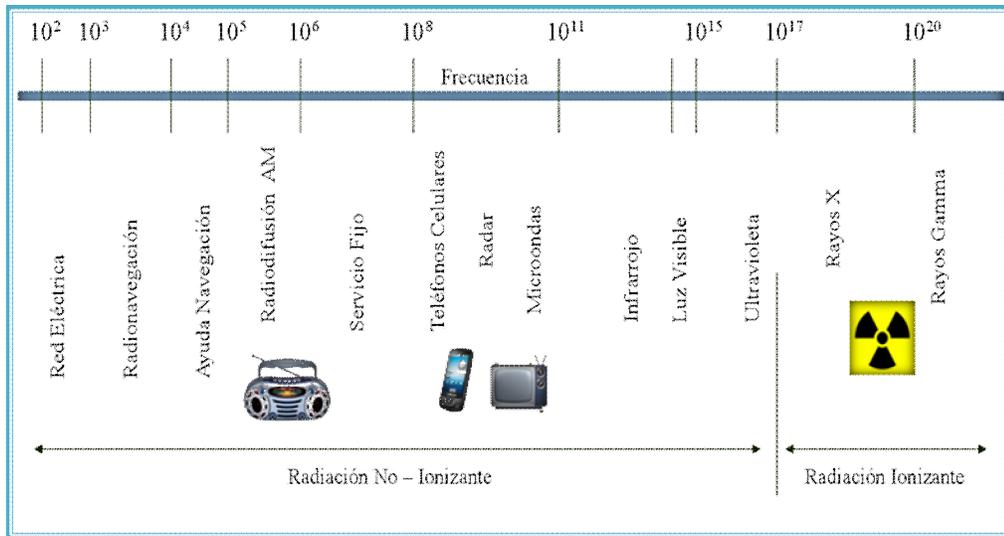


Figura 8. Tipos de Radiaciones en el Espectro
Elaborado por: Autores

2.8.1. Ionización

Es un proceso en el cual se generan iones, una molécula o átomo que contiene cargas eléctricas a partir de perder o ganar alguna cantidad de electrones, dentro de las células vivas.

2.8.2. Radiaciones Ionizantes

Se caracterizan por su Longitud de Onda corta y frecuencia elevada, capaces de ionizar las moléculas. Las radiaciones ionizantes provienen de sustancias radioactivas que se emiten de forma espontánea como los rayos cósmicos, o de generadores artificiales de Rayos X, alfa, beta o gamma, aceleradores de partículas, etc.

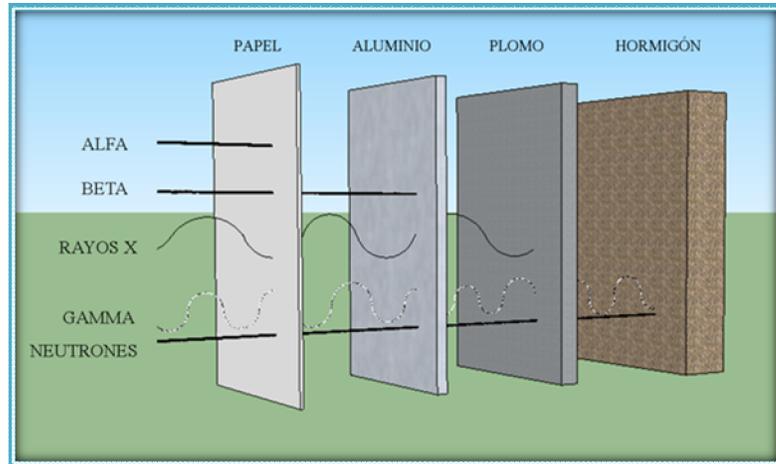


Figura 9. Penetración de las Radiaciones Ionizantes
Elaborado por: Autores

Sus emisiones son tan elevadas, por sus altas frecuencias que poseen energía suficiente para ionizar la materia, extrayendo los electrones de sus estados ligados al átomo, lo que podría provocar alteraciones moleculares en las células vivas de nuestro organismo y sus efectos podrían ser perjudiciales.

Las Radiaciones Ionizantes se las mide en varias unidades, tales como, Gray (Gy, dosis de radiación absorbida), Sievert (Sv, dosis de radiación absorbida equivalente), Rad, Rem y Roentgen (cuantificar la exposición radiométricas), pero estas no predicen directamente los efectos biológicos de la radiación. Para esto se emplean otros términos, que proporcionan una mejor aproximación.⁸

- **La Transferencia de Energía Lineal (TEL).** Este valor depende del tipo de radiación ionizante. Expresa la pérdida de energía por unidad de distancia viajada como electrón-voltios por micrómetro.

⁸ Robbins & Cotran Patología, Estructural y Funcional. p. 441

- **La eficacia biológica relativa (EBR).** Es un cociente simple que representa la relación de la Transferencia de Energía Lineal (TEL) de diversas formas de irradiación.

2.8.3. Radiaciones No Ionizantes

Son caracterizadas por longitudes de onda largas y frecuencias cortas. Son ondas incapaces de arrancar electrones de la materia que irradia, lo máximo que podría provocar serían excitaciones (vibraciones y rotaciones) electrónicas, que es cuando los electrones se trasladan de un átomo a otro, provocando de esta forma que los electrones aumenten sus niveles de energía.

Las radiaciones no ionizantes tienen una longitud de onda mayor que las radiaciones ionizantes. Sus efectos en el organismo son diferentes, dependiendo de la banda de frecuencia en la que nos ubiquemos. Sus emisiones son provocadas por bajas frecuencias, este tipo de radiación proviene de máquinas/equipos electrónicos y en los dispositivos telecomunicaciones.

- **Tipos de radiaciones no ionizantes.** Existen diferentes tipos de radiaciones como las Ultravioleta, que en cantidades pequeñas son beneficiosas para la salud en la producción de vitamina D, pero en cantidades mayores, sus efectos principales en la salud son el envejecimiento prematuro de la piel, cáncer cutáneo, enfermedades oculares e incluso aminoramiento en la eficacia del sistema inmunológico.

Su mayor fuente de radiación es el sol, aunque la capa de ozono logra que solo penetren las radiaciones UV menos dañinas y en pequeñas cantidades. Su

longitud de Onda esta aproximadamente entre los 400nm y los 15nm. Usadas para controlar los microbios del aire o desinfectar equipos médicos.

La Luz Visible es la parte del espectro que el ojo humano puede percibir. Su longitud de onda aproximada es de 400 nm a 750 nm. La luz visible interacciona con la materia al incidir sobre un objeto, hace vibrar las moléculas de este provocando excitación llegando a un nivel de energía mayor de lo habitual. Por la gran cantidad de uso de esta, se establecen niveles mínimos de iluminación necesarios en los lugares de trabajo.

La radiación infrarroja proviene de cuerpos incandescentes o de superficies muy calientes, por lo que se está expuesto en diferentes procesos industriales como tratamientos térmicos, soldadura, fundición, etc. Las lesiones que origina son de naturaleza térmica y dependen más de la irradiación que de la longitud de onda, por lo que puede producir daños en la capacidad termorreguladora del organismo.⁹

Las radiaciones emitidas por las radiofrecuencias son utilizadas en la medicina pero principalmente en las telecomunicaciones. Donde tenemos a las radiaciones por Microondas, que son usadas para el envío de información y calentamiento. Estas tienen menos energía que las infrarrojas, pero pueden hacer vibrar las moléculas, esto produce campos eléctricos y magnéticos en el sistema biológico, siendo más sensibles los órganos que tienen una menor vascularización. Las microondas pueden producir efectos térmicos y no térmicos. Las radiaciones emitidas por las ondas electromagnéticas de Muy Baja y Extremadamente Baja Frecuencia inducen corrientes eléctricas en el organismo, lo que puede tener

⁹ Floría, P, González, A. & González, D. Manual para el Técnico en Prevención de Riesgos Laborales, p. 920

efectos nocivos en el sistema nervioso, muscular y cardiovascular. Tienen longitudes de onda (λ) muy largas.

ONDAS NO IONIZANTES	RANGO DE FRECUENCIA	FACTORES QUE LA EMITEN
Extremadamente Baja Frecuencia (ELF)	3 KHz	Líneas eléctricas de corriente alterna
Muy Baja Frecuencia (VLF)	3 – 30 KHz	Máquinas de soldadura por inducción
Radio Frecuencia (RF)	30 KHz – 1 GHz	Ondas de radio y televisión, soldadura de plásticos
Campos eléctricos y magnéticos estáticos		Conductores eléctricos de corriente continua, imanes
Microondas (MO)	1 – 300 GHz	Hornos de microondas, telefonía móvil
Infrarrojos (IR)	300 GHz – 385 THz	Material candente, lámparas de infrarrojos
Luz visible	385 THz – 750 GHz	Iluminación común y corriente
Ultravioleta (UV) no ionizante	750 THz – 3000 THz	Lámparas: solares, de detección de taras, de insolación industrial, sol

Tabla 5. Ondas No Ionizantes Emitidas por diferentes equipos y factores
Elaborado por: Autores

2.8.4. Efectos de las Radiaciones en el Sistema Biológico

Los efectos de las radiaciones, en el momento que ocurre un estímulo o cambio en el medio, se distinguen de acuerdo al cambio que ocurre tras la interacción con la materia viva (lo que podría considerarse como tolerable cuando el organismo puede recibir el estímulo o cuando no sobrepasa la capacidad de compensación normal del organismo) que puede o no ocasionar un daño, este daño puede ser una anomalía funcional o estructural convirtiéndose así en una lesión, que sería la enfermedad que se manifiesta en el individuo.

Depende de varios factores, como las propiedades físicas del material radioactivo, la cantidad de dosis, ya que una dosis única puede producir mayor lesión que una dosis dividida que da tiempo a la reparación celular. Una única dosis de radiación externa administrada a todo el cuerpo es más letal que las dosis regionales con protección.¹⁰

Las radiaciones no solo afectan a los tejidos, sino que además, la exposición del tejido germinal, puede afectar a los descendientes. La magnitud de los efectos provocados por el ataque a tejidos y órganos, depende de las características del tejido y de su capacidad para compensar y reparar los daños causados.¹¹

FACTORES EXTERNOS	FACTORES INTERNOS
Magnitud y potencia de dosis	Edad
Tiempo de exposición	Estado de Salud
Distribución de la dosis	Tejido Irradiado
Tipo de Radiación	Sexo, Metabolismo
	Radio sensibilidad

Tabla 6. Factores que Influyen en el Daño al Organismo

Elaborado por: Autores

¹⁰ Robbins & Cotran, Op. cit., p. 441

¹¹ Ferrer A, Física Nuclear y de Partículas, p. 235

La transferencia de la radiación, puede efectuarse en cualquier lugar de la célula, las lesiones causadas por las radiaciones, siempre producen alteraciones de los procesos normales de las células y no se pueden distinguir de las causadas por otros factores físicos o químicos. El tiempo transcurrido en la aparición de un efecto, puede variar desde horas hasta años, según la dosis administrada y los tejidos irradiados.

- **Radio sensibilidad.** No todas las células responden por igual a la radiación, ya que los tejidos dependen de varios factores en función al número de células en el tejido, la cantidad de tiempo que las células permanecen activas en proliferación y el número de células mitóticas activas. La Radio sensibilidad disminuye a medida que el tiempo pasa desde que una persona fue irradiada, dependiendo de la dosis recibida.

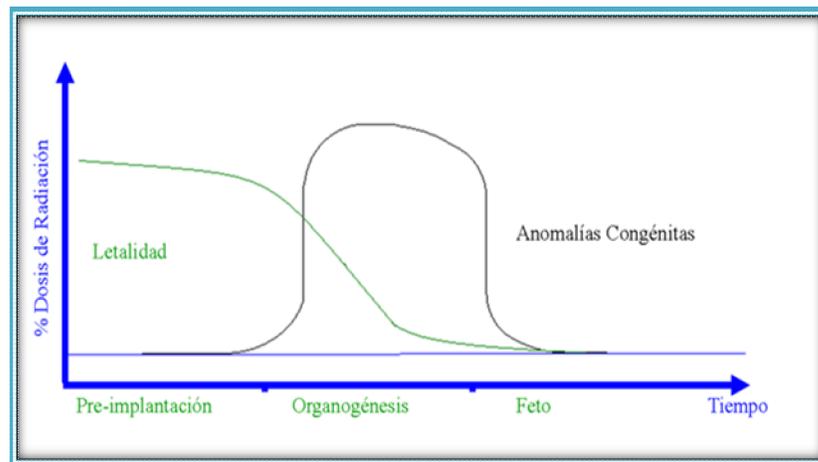


Figura 10. Efectos de irradiaciones Prenatales
Elaborado por: Autores

- **Muerte en Interfaz.** Conocida también como muerte sin división, esto sucede cuando la célula muere si llega a dividirse, es decir en interfaz, que puede darse cuando ocurre un cambio en la permeabilidad de la membrana celular. Para que esto se dé, las dosis recibidas deberían ser las siguientes: altas, por encima de 5 Gy, y bajas, superiores a 0,5 Gy.

- **Fallo Reproductivo.** Aparece en dosis bajas de irradiación, la célula es incapaz de dividirse y solo puede hacerlo en uno o más ciclos hasta que deja de entrar en división. Aunque metabólicamente es activa debe considerarse como muerta, por eso es conocida como muerte reproductiva.

- **Retraso en la División.** Se da en dosis más bajas, el retraso en la división ocurre cuando la célula irradiada detiene su ciclo antes de entrar en mitosis, el retraso depende de la dosis de radiación, posteriormente el ciclo se reanuda y entra en división (es transitorio). Esto provoca una lentificación en el material genético.

- **Efectos Somáticos.** Son los que ocurren en el individuo irradiado durante el transcurso de su vida. Dependiendo de las alteraciones por la radiación, los efectos pueden ser agudos hasta un determinado tiempo de la irradiación, y tardíos cuando se manifiestan mucho después de un tiempo determinado de la irradiación, las enfermedades más destacadas, son los distintos tipos de cáncer. Estos pueden ser tanto Estocásticos como Deterministas.

- **Efectos Estocásticos.** Se producen al exponerse a dosis bajas de radiación. La muerte de una o varias células, no tendría recuperaciones sobre un tejido, sin embargo las modificaciones genéticas o transformaciones que conducen a la malignidad, tendrán serias consecuencias. No hay un límite para que se produzcan y su probabilidad de que ocurra o la gravedad del efecto, aumenta de acuerdo a la dosis recibida. Estos efectos se dan a largo plazo.

- **Efectos Determinista.** O no estocásticos, Al exponerse a dosis más altas, se producen estos efectos, lo que aumenta el riesgo de muerte celular suficiente para

que se detecten cambios en los tejidos. Por lo tanto hay una dosis umbral cuya magnitud depende del daño recibido. Estos efectos se dan a corto plazo.

De acuerdo al umbral estos constituyen afectaciones en los tejidos del sistema hematopoyético, sistema inmune, sistema gastrointestinal, testículo, ovario, pulmón, cristalino, tiroides y sistema nervioso central.

TEJIDO	EFEECTO	PERÍODO DE LATENCIA	UMBRAL GRAY	EFECTOS SEVEROS	CAUSA
Sistema Hematopoyético	Infecciones Hemorrágicas	2 semanas	0,5	2,0	Leucopenia Plaquetopenia
Sistema Inmune	Inmunosupresión Infección Sistemática	Algunas horas	0,1	1,0	Linfopenia
Sistema Gastrointestinal	Deshidratación Desnutrición	1 semana	2,0	5,0	Lesión del epitelio intestinal
Piel	Escamación	3 semanas	3,0	10,0	Daño en la capa basal
Testículo	Esterilidad	2 meses	0,2	3,0	Aspermia celular
Ovario	Esterilidad	< 1 mes	0,5	3,0	Muerte interfásica del oocito
Pulmón	Neumonía	3 meses	8,0	10,0	Fallos en la barrera alveolar

TEJIDO	EFEECTO	PERÍODO DE LATENCIA	UMBRAL GRAY	EFECTOS SEVEROS	CAUSA
Cristalino	Cataratas	> 1 año	0,2	5,0	Fallos en la maduración
Tiroides	Deficiencias metabólicas	< 1año	5,0	10,0	Hipotiroidismo
Sistema Nervioso Central	Encefalopatías y mielopatías	Muy variable según dosis	15,0	30,0	Demielinización y daño vascular

Tabla 7. Efectos Deterministas a Nivel Tisular
Elaborado por: Autores

- **Efecto Genético.** O también llamados Hereditarios. Como consecuencia de la irradiación de las células germinales pueden producirse mutaciones que se manifiesten en futuras generaciones, es decir, afecta a la salud de los descendientes de la persona irradiada. No hay un umbral a partir del cual se asegure que produzca con seguridad un efecto genético, ya que no existe una dosis suficientemente pequeña para no producir mutaciones y el aumento de estas, incrementará la frecuencia de mutaciones, consecuencia de esto tenemos los efectos estocásticos.

Aunque en el hombre no se ha podido estudiar satisfactoriamente la producción de efectos genéticos, para que se manifieste en un individuo, este tiene que recibir el mismo gen mutado de sus progenitores para que sufra los efectos, esto podría no manifestarse en muchas generaciones.

- **Efectos Térmicos.** Es la intensidad de la radiación al actuar en contacto en el organismo humano. El problema radica cuando el tiempo de exposición y la cantidad de radiación rompen este equilibrio, lo que provoca varias respuestas tanto fisiológicas como termorreguladores, es decir provoca incremento de temperatura y produce un cambio en la oscilación de las moléculas bipolares del agua y de los iones en los tejidos, incluyendo la capacidad para realizar tareas físicas y mentales ya que también provocan dilatación de los poros de la barrera hematoencefálica, lo que permite el ingreso a determinadas sustancias que no deberían entrar en las neuronas.

Los órganos más afectados son los órganos parenquimatosos y glándulas como el hígado, páncreas, ganglios linfáticos, las gónadas, órganos huecos como el estómago, vejiga, vesícula biliar y el cristalino.

- **Efectos no Térmicos (Atérmicos).** Es producido cuando la intensidad de la onda electromagnética, no es capaz de elevar la temperatura del sistema biológico por encima de las fluctuaciones de temperatura normales. Es decir, se dan cuando existe energía suficiente para causar un incremento en la temperatura corporal sin observar cambios debido al enfriamiento ambiental.

Los efectos observados por este tipo de radiación son los de inducir corrientes eléctricas, un Campo Electromagnético con frecuencias por debajo de 1MHz, no produce un calentamiento significativo, pero si induce corrientes y campos eléctricos en los tejidos, lo que puede estimular las células nerviosas y musculares. Las investigaciones de los efectos no térmicos están limitadas, ya que la Organización Mundial de la Salud (OMS) no presta mucha atención a estos.

CAPÍTULO 3

3. TELEFONÍA MÓVIL CELULAR

3.1. Sistema de Telefonía Móvil

El sistema de telefonía móvil celular, es una red compuesta por áreas, las cuales a su vez, se dividen en células hexagonales que se enlazan para poder formar un patrón de panel. La forma y tamaño de la célula dependen mucho de los siguientes parámetros:

1. Potencia de Transmisión (ERP).
2. Ganancia y Patrón de la Antena.
3. Ambiente de Propagación.

Para determinar los límites reales de una célula, utilizamos el Nivel de Recepción de la Señal (RSL), el cual es un valor establecido en el borde de la célula con una potencia de -90 dBm. Las células son prácticamente irregulares, por este motivo cada estación base tiene diferente potencia de transmisión.¹²

3.1.2. Células

La célula es el área de cobertura de una estación base, representada de forma hexagonal, cubierta por señales de Radiofrecuencias (RF).

¹² Mario M. Figueroa de la Cruz, Introducción a los sistemas de telefonía celular, p. 51

- **Célula Práctica:** Son irregulares la fuerza de la señal es idéntica en el borde de la célula, poseen un nivel de recepción de señal igual en todo el perímetro.

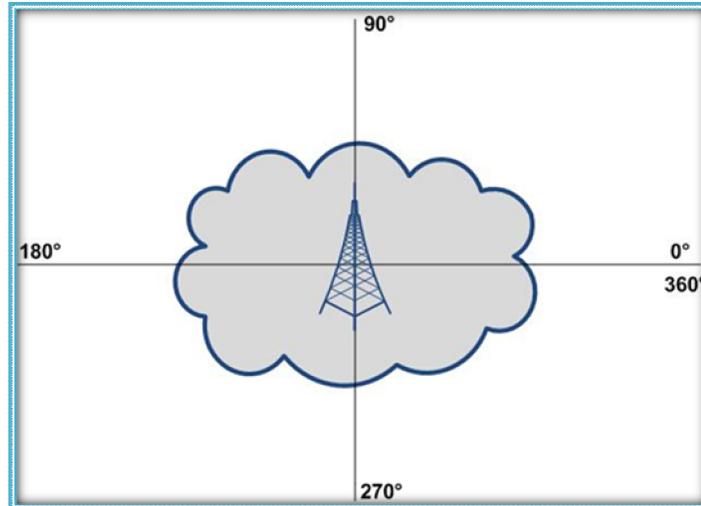


Figura 11. Área de Cobertura de una Célula Práctica
Elaborado por: Autores

- **Célula Analítica:** Se utilizan para lograr una mejor planeación está representada de forma hexagonal, porque la transmisión que proporciona es mucho más efectiva y aproximada a un patrón circular, dado a que elimina espacios presentes entre los círculos adyacentes (Elimina la Interferencia Cocanal).

Dos células hexagonales adyacentes son equivalentes a dos círculos acoplados. En esa región es donde se realiza el Handover. La distancia entre dos células hexagonales está dado por la siguiente expresión matemática.¹³

$$2r = \sqrt{3} \times R = 1,732 R$$

¹³ Mario M. Figueroa de la Cruz, Óp. Cit., p. 52

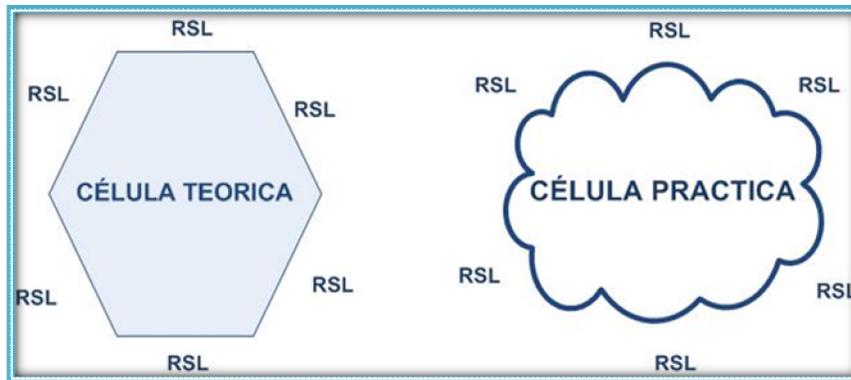


Figura 12. Célula Teórica y Práctica
Elaborado por: Autores

3.1.2. Área de Cobertura

Está definida por dos tipos de parámetros, los cuales influyen enormemente sobre su cobertura.

- **Características Técnicas:** Están definidas por un técnico y pueden variar de acuerdo al lugar como: la potencia del transmisor, altura de las antenas, ganancias de las antenas, ubicación y direccionalidad de las antenas.

- **Incidencia en el Ambiente de Propagación:** Son parámetros que no están definidos por el usuario, varían según su ubicación e intervienen diferentes factores como: colinas, túneles, vegetación, edificios y construcciones. Por este motivo las células en la práctica son muy irregulares.

Debido a estas dificultades, en años recientes, se han desarrollado varios modelos para predecir la propagación de Radiofrecuencia (RF), tomando en cuenta los dos tipos de parámetros.¹⁴

¹⁴ Mario M. Figueroa de la Cruz, Óp. Cit., p. 53

3.1.3. Tamaños de las Celdas

Están definidas por diferentes características tales como: el tamaño físico, el tamaño de la población a la cual va a proporcionar cobertura y los patrones de tráfico de la zona urbana, siendo estas dos últimas la de mayor importancia.

Dependiendo del tipo de célula varía el tamaño, pueden cubrir pocos metros, hasta 64 kilómetros cuadrados o más. El radio mínimo está determinado por limitaciones técnicas en los procesos de Handoff y de instalación de equipamiento.¹⁵

TIPO DE CELDA	DISTANCIA	COBERTURA
Megacélula	$\geq 5 \text{ Km}$	Ambiente de muy poco tráfico o de tráfico ocasional, Ambientes rurales o carreteras
Macro célula	1 a 35 KM	Ambientes urbanos poco densos y ambientes rurales con buena cantidad de tráfico
Microcélulas	$\leq 1 \text{ Km}$	Ambientes urbanos intensos Indoor/Outdoor
Picocélulas	50 m	Ambientes urbanos intensos y ambientes Indoor

Tabla 8. Tipos de Cobertura Celular en función del Tráfico
Elaborado por: Autores

Para ofrecer un mayor servicio se utilizan celdas de menor tamaño. Este número de celdas están definidas por el operador, estableciéndolas de acuerdo a los patrones de tráfico. Su tamaño no es fijo, por esta situación existen diferentes tipos de células, y debido a la densidad de población encontramos diferentes tamaños de estas:

¹⁵ Mónica A. Martínez, Hitos de la telefonía móvil celular, p. 2

- **Megacélula:** Poseen una amplia área de cobertura, soportan un radio mayor a los 35 Km. Se establecen en ambientes de muy poco tráfico o de tráfico ocasional, la podemos encontrar en ambientes rurales o en coberturas de carreteras.¹⁶

- **Macro célula:** Su área de cobertura es de 1 a 35 Km, están diseñadas y varían su tamaño con respecto al tráfico de la región. Se encuentran establecidas en ambientes urbanos poco densos y en ambientes rurales con buena cantidad de tráfico, estas células proveen servicios en ambientes Outdoor (exterior) y vehiculares. Sin embargo para ambientes urbanos intensos estos dos tipos de células no son suficientes.¹⁷

- **Micro células:** Las células tienen jerarquía de tamaño que puede variar a menos de 1 Km. Pueden soportar ambientes urbanos intensos Indoor/Outdoor (interior/exterior). Para obtener estos tamaños se necesita de mucho análisis y una buena planificación del sistema celular para lograr un buen rehuso de la frecuencia.¹⁸

- **Pico células:** Diseñadas para ambientes urbanos intensos y ambientes Indoor, llegan a medidas de menos de 50 m.¹⁹

¹⁶ Mario M. Figueroa de la Cruz, Óp. Cit., p. 55

¹⁷ *Ibíd.*

¹⁸ *Ibíd.*

¹⁹ *Ibíd.*

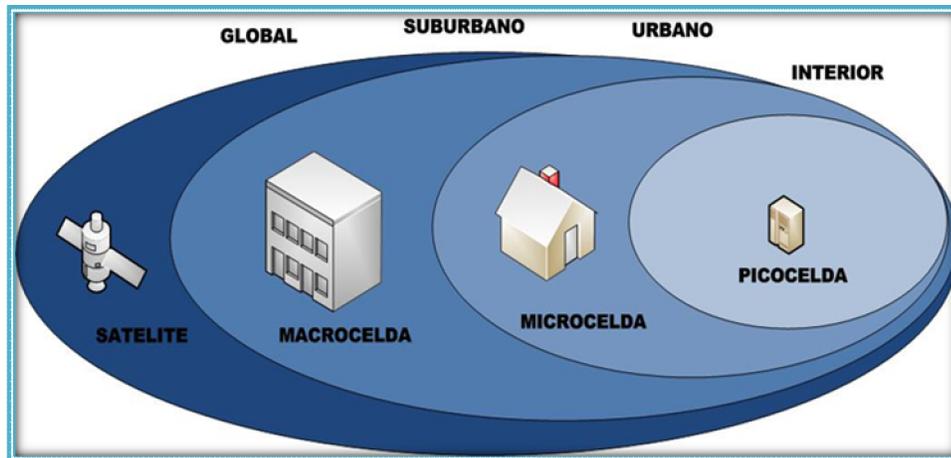


Figura 13. Tipos de Celdas
Elaborado por: Autores

3.1.4. Sectorización de Células

La sectorización permite utilizar la re-utilización de las frecuencias en diferentes células siempre y cuando no sean adyacentes, instaladas en ambientes con tráfico muy denso, divide la célula en sectores. Cada sector es provisto de señales por una antena direccional cubriendo un determinado rango de grados. Evitando interferencias entre ellas a través del área o ciudad, gracias a esto muchas personas pueden acceder a una llamada telefónica simultáneamente.

En cada área geográfica se distribuyen 666 canales de radio celular, teniendo cada transceptor un área envolvente y un subconjunto fijo de 666 canales de radio disponibles, basado en el flujo de tráfico anticipado.²⁰

²⁰ Mónica A. Martínez, Óp. Cit., p. 2

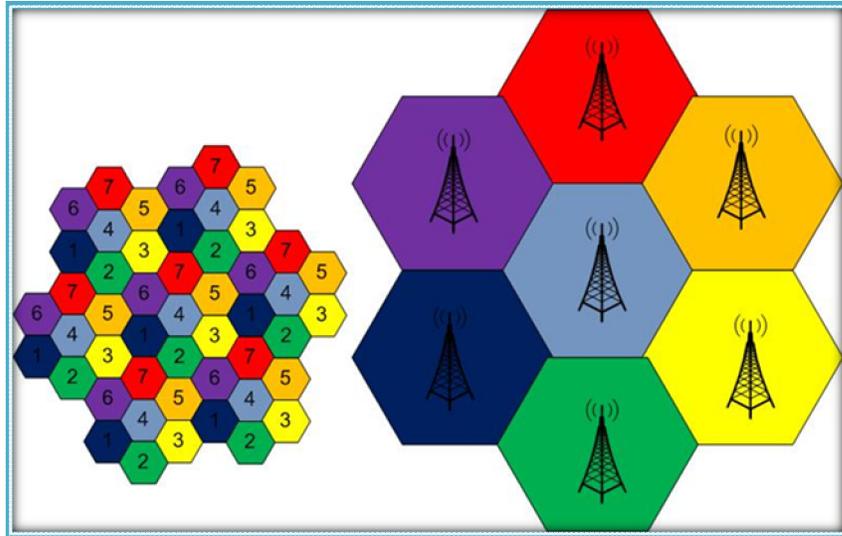


Figura 14. Reutilización de Frecuencias
Elaborado por: Autores

➤ **Características:**

1. Front to Back (De frente hacia atrás) proporción de la antena.
2. Tres antenas en el sitio de la célula.
3. Las antenas son direccionadas.
4. Cada antena cubre un sector de 120°.

Método de localización de las células co-canal en un sistema celular. En este ejemplo $N=7$ se asigna un grupo de canales de voz y un canal de control por sector.²¹

²¹ Theodore S. Rappaport, Wireless Communications principles & Practice, p. 29

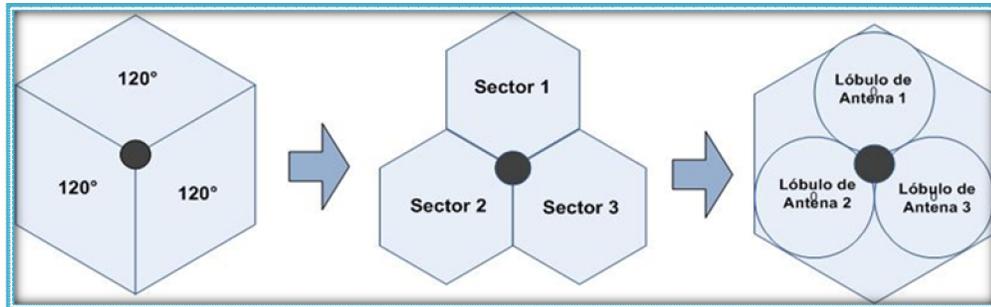


Figura 15. Sectorización 120°
Elaborado por: Autores

3.1.5. Handover

Cuando un móvil se mueve en una celda diferente, mientras que una conversación en curso, el MSC (Centro de Conmutación Móvil) transfiere automáticamente la llamada a un nuevo canal que pertenece a la nueva estación base. Esta operación de transferencia no sólo implica la identificación de una nueva estación base, sino que también requiere que la voz y señales de control se asignan a canales asociados con la nueva estación base.²²

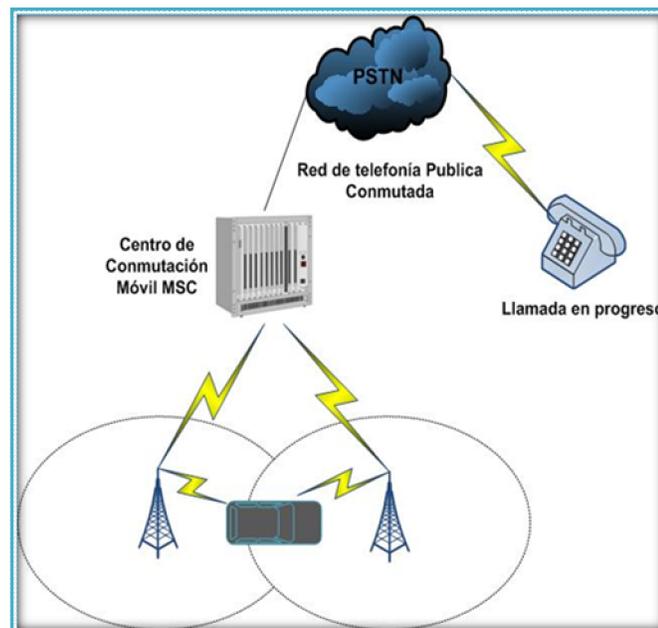


Figura 16. Móvil Realizando Handover
Elaborado por: Autores

²² Theodore S. Rappaport, Op. Cit., p. 30

El sistema conmuta la llamada a un nuevo canal en una nueva célula sin interrumpir la misma o alertar al usuario, la llamada continúa transparente para el usuario.

A mayor tamaño de células (Menor tráfico), menor es la cantidad de entregas handover y viceversa, a menor tamaño de células (Mayor tráfico) mayor es la cantidad de handover. El handover tiene diferentes niveles, desde un sector a otro de una célula sectorizada, entre células de un mismo clúster, entre células de distintos clúster o incluso entre sistemas diferentes. El handover se realiza por:

1. Cambio de Célula.
2. Balanceo de Carga.
3. Mantenimiento (dentro de una misma célula sectorizada).

3.2. Canales en Redes Celulares

Son los medios por los cuales se transmiten la información entre Radiobase y unidad móvil, controlan la forma en que esta información es enviada, como la de control y señalización necesarias para establecer una conversación estable, se definen en dos grupos.

3.2.1. Canales Físicos

Está caracterizado por una técnica de modulación, por el nivel de potencia y por una o varias de las siguientes características: ranura de tiempo, código, frecuencia o área geográfica, según la técnica de acceso múltiple utilizada. Estos canales sirven de enlace en la capa física.

3.2.2. Canales Lógicos

Los canales lógicos transmiten eficazmente los datos del usuario, proporcionando el control de la red en cada ARFCN (Número de canales de radiofrecuencia absolutos). Se pueden separar en dos categorías.

- **Canales de Control:** llevan comandos de señalización y control entre la estación base y la móvil, se definen ciertos tipos de canales de control exclusivos para el Uplink o para el Downlink.

- **Canales de Tráfico:** llevan voz codificada digitalmente o de datos y tienen funciones idénticas y formatos tanto para el Downlink como para el Uplink.

3.3. Duplexación

En un sistema de comunicaciones inalámbricas, es deseable permitir que el abonado envíe simultáneamente información a la estación base durante la recepción de información desde la estación base.

Por ejemplo en el sistema de teléfono convencional es posible hablar y escuchar simultáneamente, y este efecto denominado duplexación, se requiere generalmente en el sistema de telefonía Móvil. La duplexación se puede hacer usando técnicas en el dominio del tiempo o la frecuencia.²³

²³Scribd, <http://es.scribd.com/doc/42350424/27/FDD-Frequency-Division-Duplex>

3.3.1. Duplexación por División de Frecuencia (FDD)

Provee dos bandas distintas de frecuencia para transmisión en forma simultánea para cada usuario, la banda directa ofrece tráfico desde la estación base a la móvil y la banda de retorno ofrece tráfico desde el móvil a la estación base.

En la estación base se usan dos antenas separadas de transmisión y recepción para acomodar los dos canales. Mientras que en la estación móvil se usa una sola antena para manejar los canales de transmisión y recepción en forma simultánea, esto se logra usando un dispositivo conocido como “Duplexor” el que es conectado a la antena y se encuentra dentro de la estación móvil.

Para facilitar el funcionamiento de FDD, los canales se separan en el 5% de la frecuencia nominal de los canales, con la finalidad de reducir la interferencia entre ellos. La división de frecuencias entre el canal de avance y retroceso es constante en todo el sistema, con independencia del canal particular que se utilice.

3.3.2. Duplexación por División de Tiempo (TDD)

Utiliza un solo canal de radio segmentado en el tiempo una porción del tiempo es usada para la transmisión desde la estación base a la estación móvil y la otra porción de tiempo es usada para la transmisión desde el móvil a la estación base.

Si la velocidad de transmisión en los canales es mucho más rápida que la velocidad con que los usuarios se comunican, es posible simular una comunicación “Full Dúplex”, aunque en realidad no lo es. Esto es posible realizando almacenamiento de información

en las estaciones móviles y luego volverlas a emitir en la misma secuencia a una velocidad determinada.

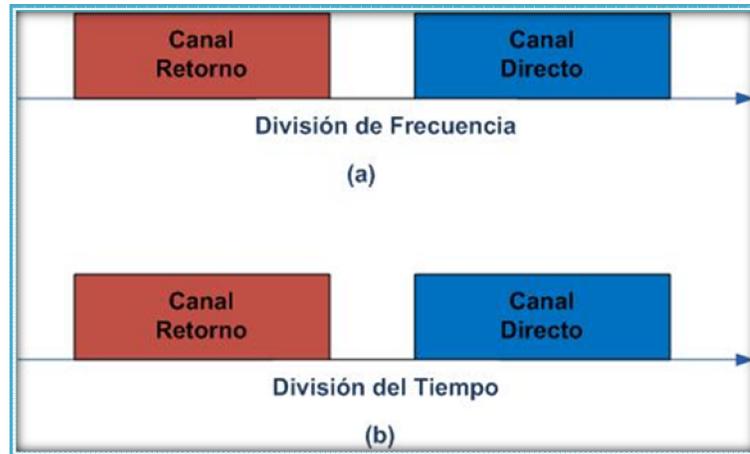


Figura 17. Técnicas de Duplexación a) FDD b) TDD
Elaborado por: Autores

TDD permite la comunicación en un solo canal (en lugar de requerir dos canales simplex o dedicados), simplificando el equipo del abonado donde no se requiere de un “Duplexor”, TDD es únicamente posible utilizando formatos de transmisión y modulación digital.

3.4. Técnicas de Acceso en Sistemas Móviles Celulares

En un sistema de comunicaciones móviles los usuarios no se conectan directamente debido a la distancia entre ellos (en la mayoría de los casos), por esta razón se realiza la comunicación por medio de estaciones base, este conjunto de estaciones componen la estructura celular, que hace que los sistemas de telefonía móvil se los llamen celulares.

Los equipos de usuarios y las estaciones base se logran comunicar gracias a las técnicas de acceso múltiple, permitiendo que muchos usuarios móviles compartan al mismo tiempo una cantidad limitada del espectro, el reparto del espectro es necesario para

lograr una alta capacidad en la asignación simultánea del ancho de Banda disponible (o la cantidad disponible de canales) a múltiples usuarios. Un mal reparto del espectro causaría una severa degradación en el rendimiento del sistema.

Acceso múltiple por división de frecuencia, acceso múltiple por división de tiempo, acceso múltiple por división de código son las tres principales técnicas de utilizadas para compartir el ancho de banda disponible en un sistema de comunicación inalámbrica.

Estas técnicas se pueden agrupar como sistemas de banda estrecha y de banda ancha, dependiendo de cómo el ancho de banda disponible se asigna a los usuarios. Las técnicas de duplexación en un sistema de acceso múltiple se describen generalmente junto con el esquema de acceso múltiple particular.

Se muestran las diferentes técnicas de acceso múltiple que se utilizan en diversos sistemas de comunicaciones inalámbricas.

- **Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA).** Es una técnica que divide el espectro en frecuencia en la que diferentes usuarios comparten un ancho de banda, y cada uno de ellos ocupa una porción de dicha banda empleando diferentes portadoras para comunicarse con la estación base, utilizadas en tecnología de primera generación.²⁴

- **Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA).** Es una técnica que divide cada portadora de frecuencia para transmitir información en diferentes ranuras de tiempo. Donde cada usuario tiene asignado un intervalo de tiempo dentro de una

²⁴ José Pico. & David Pérez C., Hacking y seguridad en comunicaciones móviles, p. 20

trama de transmisión para acceder a la estación base, empleada en los sistemas de segunda generación.²⁵

- **Acceso Múltiple por División de Código (CDMA).** En esta técnica, se utiliza la misma portadora de frecuencia durante todo el tiempo para varios usuarios con diferente codificación de información empleando una misma portadora, los códigos empleados tienen una correlación casi nula, lo que permite que la interferencia entre las comunicaciones sea mínima. Esta técnica es utilizada para los sistemas de tercera generación.²⁶

3.4.1. FDMA

Asigna canales individuales de un conjunto limitado de canal para cada usuario. A cada usuario se le asigna una banda de frecuencia única o canal ordenado en el dominio de la frecuencia.

Estos canales se asignan en función de la demanda del usuario que solicita el servicio, durante el período de la llamada ningún otro usuario puede compartir la misma banda de frecuencia. Si el número de usuarios es mayor que el de canales de frecuencia puede que no soporte, entonces se bloquea el acceso de los usuarios al sistema.

Mientras más frecuencia mayor será el número de usuarios, habrá mayor tráfico de señalización por el canal de control, los sistemas grandes de FDMA poseen más de un canal de control para manejar todas las tareas de control.

²⁵ José Pico G. – David Pérez C., Óp. Cit., p. 20

²⁶ Ibid

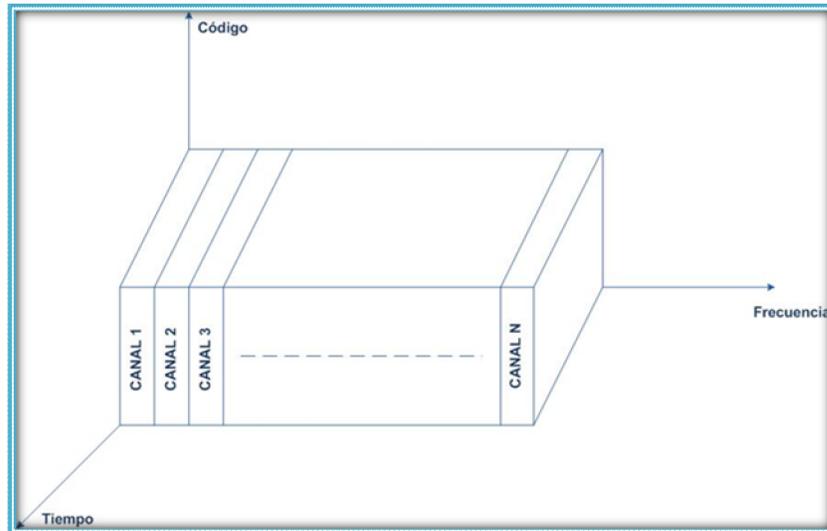


Figura 18. Acceso Múltiple por División de Frecuencia
Elaborado por: Autores

Las características de FDMA son las siguientes:

Si un canal de FDMA no está en uso, entonces se encuentra inactivo y no puede ser utilizado por otros usuarios para aumentar o compartir la capacidad. Se trata esencialmente de un recurso desperdiciado. Después de la asignación de un canal de voz, la estación base y el móvil, transmiten simultánea y continuamente.

El ancho de banda del canal FDMA es relativamente estrechos (30 KHz), FDMA se implementa normalmente en el sistema de banda estrecha.

La complejidad del sistema FDMA móvil es menor cuando se compara con los sistemas TDMA, aunque esto está cambiando como métodos de procesamiento de señales digitales mejorado para TDMA.

SISTEMA CELULAR	TÉCNICA DE ACCESO MÚLTIPLE
Sistema Avanzado de Telefonía Móvil	FDMA/FDD
Sistema Global para Comunicaciones Móviles	TDMA/FDD
U.S. Celular Digital (USDC)	TDMA/FDD
Sistema celular Japonés (JDC)	TDMA/FDD
CT2 Teléfono Inalámbrico	FDMA/TDD
Teléfono Digital Inalámbrico Europeo	FDMA/TDD
Espectro Ensanchado de Banda Estrecha	CDMA/FDD

Tabla 9. Técnicas de Acceso Múltiple utilizados en los sistemas móviles
Elaborado por: Autores

3.4.2. TDMA

Divide el espectro de radio en slots o ranuras de tiempo asignados a múltiples usuarios, y en cada ranura al usuario se le permite transmitir o recibir. Cada dos slots es asignado a un solo móvil. TDMA asigna un solo canal de frecuencias por un tiempo corto y después se mueve a otro canal. Cada usuario ocupa una ranura de tiempo repitiendo cíclicamente, por lo que un canal puede ser pensado como ranura de tiempo particular que se repite cada trama, donde N ranuras de tiempo comprenden un bastidor.

El sistema TDMA transmite datos en un método de búfer-and-burst, por lo tanto la transmisión de cualquier usuario es no continua. Para datos digitales y modulación digital se debe utilizar TDMA.

En TDMA / TDD, la mitad de los intervalos de tiempo en el mensaje de información de la trama se utilizan para los canales de enlace directo y la otra mitad se utiliza para los canales de enlace inverso.

En general los sistemas TDMA / FDD intencionalmente inducen varias ranuras de tiempo de retardo entre las ranuras de tiempo de avance y retroceso de un usuario en particular, de modo que los duplexores no son necesarios en la unidad de abonado.

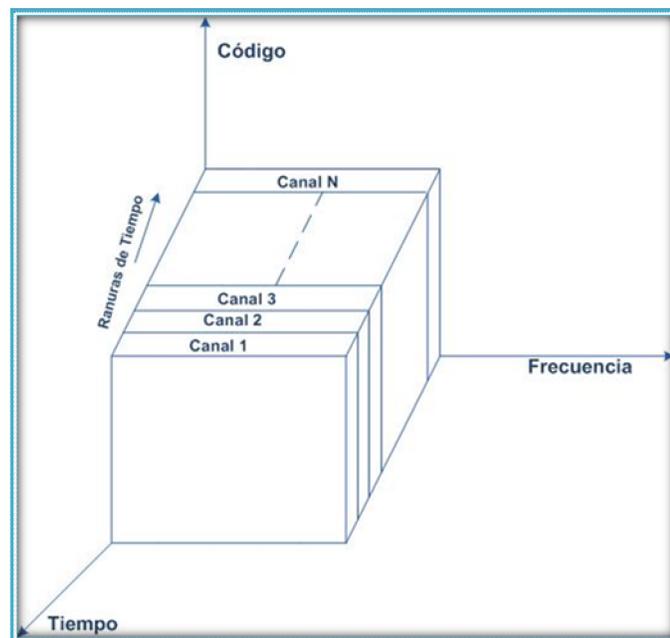


Figura 19. Acceso Múltiple por División de Tiempo
Elaborado por: Autores

Las muestras digitales de un solo transmisor ocupan diversas ranuras de tiempo en varias bandas al mismo tiempo. Aunque varía conforme al sistema, GSM utiliza la misma técnica, con la capacidad de atender 8 usuarios simultáneamente. El multiplexador recoge los datos de los buffers, correspondiente a fuente de datos diferente donde se van acumulando.

En recepción el demultiplexador los va depositando en el buffer destino apropiado. En ambos extremos se trabaja con la misma tasa de transferencia. La fuente de origen pasa los datos al canal con la misma velocidad que son recogidos en el otro extremo, no se requiere mecanismo de control de flujo.

3.4.3. CDMA

En este tipo de comunicación digital cada usuario se le asigna un código pseudoaleatorio utilizado para transformar la señal de un usuario en una señal de banda ancha mediante la técnica conocida como “espectro extendido”.

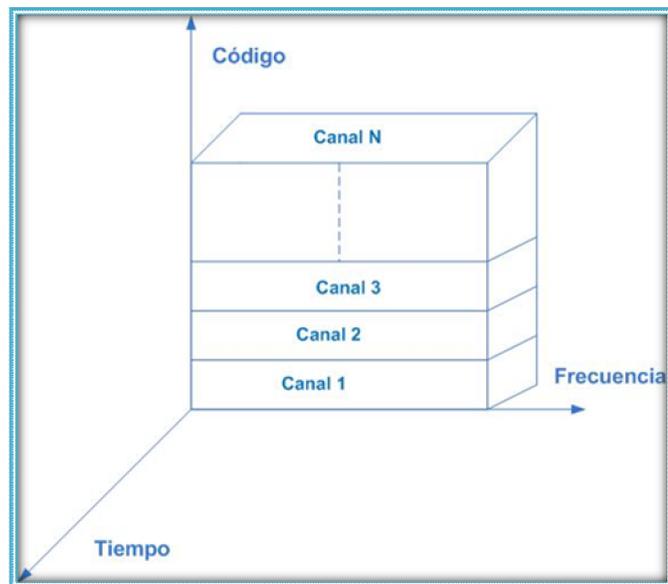


Figura 20. Acceso Múltiple por División de Código
Elaborado por: Autores

Permitiéndonos de esta manera transmitir al mismo tiempo y con la misma portadora distinguiendo un usuario del otro utilizando un código para cada uno de ellos, a continuación detallamos otras ventajas al utilizar CDMA:

1. Capacidad de acceso permitiendo compartir la misma frecuencia con múltiples usuarios mediante la técnica del espectro extendido.

- Control en el nivel de la potencia mediante procesamiento de señales, al haber un control de potencia es posible proveer de una mayor cobertura.

3.5. Elementos principales de la Red Celular

Los elementos de una red básica de telefonía celular están representadas por el centro de conmutación electrónica (MSC), la misma que lleva a cabo el control y administración centralizada del sistema celular, y las estaciones de base encargadas de la comunicación con los móviles y a las unidades móviles y portátiles.

El corazón del sistema de Radiobase celular se lo conoce como Centro de Conmutación Móvil, lleva a cargo el control y administración centralizada del sistema celular.

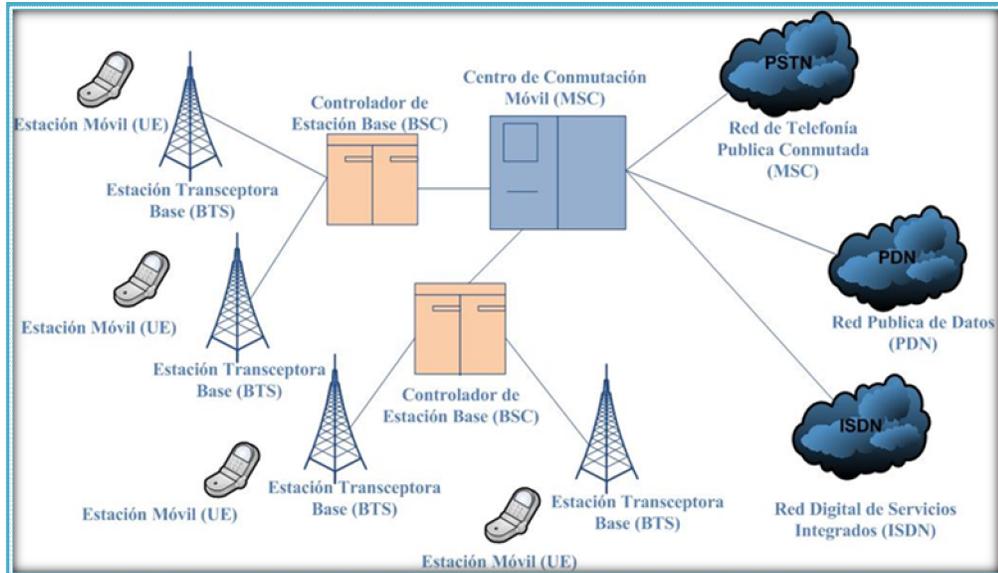


Figura 21. Elementos de una Red Celular
Elaborado por: Autores

Las Radiobases son localizadas de manera adecuada en distintos puntos dentro del área de servicio y son el corazón de cada célula, está conformada por torres, antenas, transmisor, receptor, computadoras.

3.5.1. Centro de Conmutación Móvil (MSC)

La parte principal del sistema móvil celular se la conoce como MSC (Centro de Conmutación Móvil), lleva a cargo el control y administración centralizada del sistema móvil celular. Es un producto de conmutación digital para telefonía celular, dependiendo del fabricante²⁷, las funciones del MSC, son las siguientes:

1. Administra y controla el equipo y las conexiones de las estaciones bases.
2. Soporta varias técnicas de acceso múltiple como: AMPS, TDMA, CDMA, CDPD.
3. Proporciona la interfaz con la red telefónica convencional (PSTN).
4. Proporciona y administra el registro de ubicación del usuario locales (HLR).
5. Soporta interconectividad entre sistemas.
6. Soporta funciones de procesamiento de llamadas.
7. Proporciona la medición y monitoreo de operaciones, así como la facturación.

²⁷ Nokia Networks Oy 2002, GSM Architecture, p. 9



Figura 22. Centro de Conmutación Móvil
Elaborado por: Autores

3.5.2. Estación Transceptora Base (BTS)

Provee interfaz entre el MSC y las unidades móviles. Contiene una unidad de control, gabinetes de radio, antenas, una planta de alimentación y terminales de datos. Es un control central para todos los usuarios de la célula.



Figura 23. Estación Base de la Floresta 3 (Av. Roberto Serrano)
Fuente: Autores

3.5.3. Estación Móvil

Se compone del teléfono móvil (TM) y la SIM Card (Subscriber Identify Module). Los terminales móviles son los dispositivos electrónicos con diferentes diseños y fabricantes, que poseen generalmente un circuito integrado que es el cerebro del teléfono, una antena, una pantalla de cristal líquido (LCD), un teclado, un micrófono, una bocina, transceptor de radio (Transmisor y receptor actúan simultáneamente), software (Interfaz de Usuario) y una batería encargados de procesar millones de cálculos por segundo para descomprimir el flujo de voz.



Figura 24. Samsung Galaxy Ace
Fuente: <http://www.Samsung.com>

3.6. GSM

3.6.1. Definición de las Interfaces GSM

Uno de los propósitos principales detrás de las especificaciones GSM es definir varias interfaces abiertas, que luego se limitan ciertas partes del sistema GSM. Debido a esta apertura de la interfaz, el operador de mantenimiento de la red puede obtener diferentes partes de la red de diferentes proveedores de la red GSM.

Cuando una interfaz está abierta, también define estrictamente lo que está pasando a través de la interfaz, y esto a su vez, define estrictamente qué tipo de acciones procedimientos funciones deben llevarse a cabo entre las interfaces. Dentro de la red GSM se definen dos interfaces abiertas.

3.6.2. Interfaz de Aire

Esta interfaz aire libre comunica la estación móvil (MS) y la Estación Base (BS). Es relativamente fácil imaginar la necesidad de esta interfaz para ser abierta, como teléfonos móviles de todas las marcas, deben ser capaces de comunicarse con la red GSM de todos los proveedores diferentes.

3.6.3. Interfaz A

En esta interfaz se comunica el centro de conmutación de servicios móviles (MSC) y el controlador de estación base. El sistema incluye más de dos interfaces definidas, pero no son totalmente abiertas, Al operar las redes móviles analógicas, la experiencia ha demostrado que la inteligencia centralizada genera una carga excesiva en el sistema, lo que disminuye la capacidad.

Por esta razón, la especificación GSM, en principio, proporciona los medios para distribuir inteligencia a través de la red. Haciendo referencia a las interfaces, tanto más interfaces en uso, la inteligencia es más necesaria entre las interfaces con el fin de poner en práctica todas las funciones necesarias.

En una red GSM, esta inteligencia descentralizada se la implementa dividiendo toda la red en tres subsistemas separados: Subsistema de conmutación de red (NSS), Subsistema de estación base (BSS) y el Centro de operaciones y mantenimiento (OSS).

3.7. Arquitectura de la red GSM

La red de GSM está dividido en tres subsistemas el subsistema de conmutación de red, subsistema de estación base, centro de operaciones y mantenimiento. Los tres subsistemas, de elementos de red diferentes, y sus respectivas tareas se presentan a continuación.

3.7.1. Subsistema de Conmutación de Red (NSS)

Contiene funciones de conmutación en GSM, así como las bases de datos necesarias para los datos de los abonados y para la gestión de la movilidad, su función principal es gestionar las comunicaciones entre los usuarios GSM y usuarios de otras redes. El sistema de conmutación de red (NSS) contiene los elementos de red MSC, VLR, HLR, AC, e EIR.²⁸

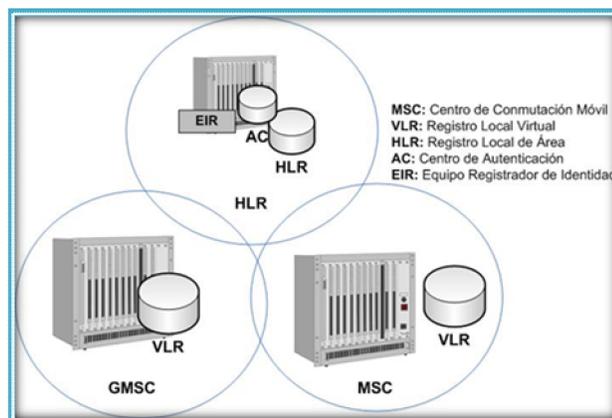


Figura 25. Subsistema de Conmutación de Red (NSS)

Elaborado por: Autores

²⁸ Nokia Networks Oy 2002, Op. Cit., p. 8

- **Centro de Conmutación Móvil (MSC).** Es responsable del control de las llamadas en la red móvil. En él se identifican el origen y el destino de una llamada (estación móvil o teléfono fijo), así como el tipo de llamada. Un MSC actúa como un puente entre una red móvil y una red fija, se llama un MSC de puerta de enlace.

- **Registro Local Virtual (VLR).** Es un registro local virtual que junto con el registro local de área (HLR), registran toda la información tanto del terminal móvil como la estación base. El VLR suele estar asociado a un MSC. El VLR lleva a cabo registros de localización y actualizaciones. Esto significa que cuando una estación móvil viene con un nuevo MSC / VLR, el área de servicio debe registrarse en el VLR, en otras palabras, realizar una actualización de ubicación. El móvil del abonado siempre debe estar registrado en un VLR con el fin de utilizar los servicios de la red. También las estaciones móviles situadas en la propia red siempre se registran en un VLR.

La base de datos VLR es temporal, en el sentido de que los datos se llevan a cabo siempre que el abonado está dentro de su área de servicio.

- **Registro Local de Área (HLR).** Mantiene un registro permanente de los abonados, por ejemplo números de identificación del suscriptor y los servicios suscritos. Además de los datos fijos, el HLR también mantiene un registro de la ubicación actual de sus clientes.

Generalmente existe un código nacional, un código de destino nacional y código de suscripción, los cuales se almacenan en el HLR, que contienen lo siguiente:

Información de suscripción para facturación, Información de localización en que se encuentra el móvil, Identificación internacional de abonados móviles (IMSI), Información de suscripción a los diferentes teleservicios y servicios portadores, Información de los servicios suplementarios, Restricciones de los servicios.

- **El Centro de Autenticación (AC).** Contiene una base de datos que mantiene los datos de abonado móvil para permitir la identificación internacional de abonados (IMSI) Proporciona información de seguridad a la red, de modo que podemos verificar las tarjetas SIM, autenticación entre la estación móvil y la VLR, cifrando la información transmitida en la interfaz de aire entre el MS y la estación transceptora base.

- **Equipo Registrador de Identidad (EIR)** Sirve como repositorio de datos que almacena los IMEI (Identidad Internacional de Equipo Móviles) utilizados por los sistemas GSM. Este componente es muy importante ya que se guardan las listas de los teléfonos legales, robados y fraudes que se producen en el mercado.

3.7.2. Subsistema de Estación Base (BSS)

Es el responsable de la gestión de la red de radio, y que es controlada por un MSC. Típicamente, un MSC contiene varios BSS. Un BSS en sí puede cubrir un área geográfica considerablemente grande que consta de muchas células, El BSS consta de los elementos siguientes BSC, BTS y TC.²⁹

²⁹ Nokia Networks Oy 2002, Op. Cit., p. 11

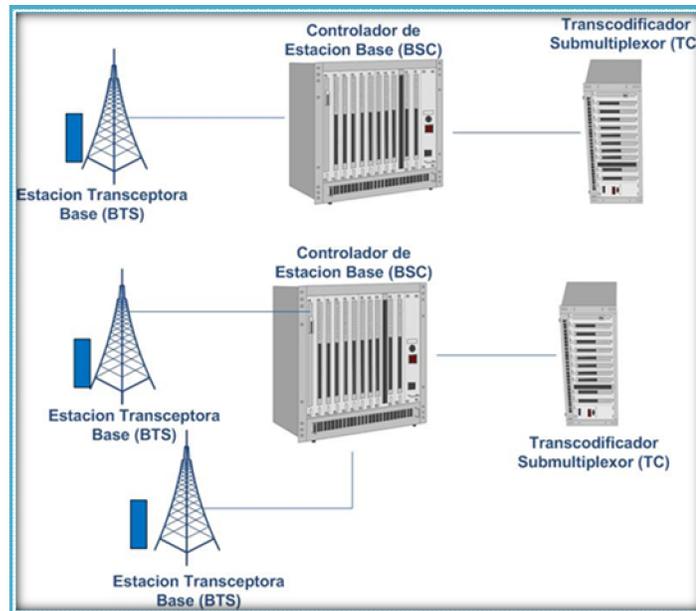


Figura 26. Subsistema de Estación Base (BSS)
Elaborado por: Autores

- **Controlador de Estación Base (BSC).** Administra cada uno de los canales de radio en el sitio, supervisa llamadas, enciende y apaga el transceptor de radio, inyecta información a los canales de control y usuario realizando pruebas de diagnóstico en el equipo de sitio de la celda.

- **Estación Transceptora Base (BTS).** El BTS es el elemento de red responsable de mantener la interfaz de aire minimizando los problemas de transmisión “la interfaz de aire es muy sensible para perturbaciones”. Esta tarea se lleva a cabo con la ayuda de unos 120 parámetros. Estos parámetros definen exactamente qué tipo de BTS está en cuestión y cómo los EM pueden "ver" la red cuando se mueve en esta zona BTS. Los parámetros BTS manejan los elementos principales siguientes: el tipo de traspasos de celdas (cuándo y por qué), la organización de paginación, control de radio de nivel de potencia, y la identificación BTS. Están distribuidas sobre un área de cobertura del sistema, el conjunto de las BTS junto con la BSC que las controla, se denomina BSS. El controlador de estaciones base (BSC), se introduce para eliminar complejidad de la BTS.

- **Transcodificador Submultiplexor (TC).** Es la interfaz de aire (entre la MSC y BTS) de los medios de comunicación que transportan el tráfico en una frecuencia de radio. Para permitir una transmisión eficaz de habla digital de información sobre la de interfaz aire, la señal de voz digital se comprime, también debe ser capaz de comunicarse con y a través de la red fija, donde el formato de compresión de voz es diferente. En algún lugar entre la BTS y la red fija. Por lo tanto, tienen que pasar de un formato de discurso de compresión a otro, y aquí es donde entra en juego el Transcodificador.

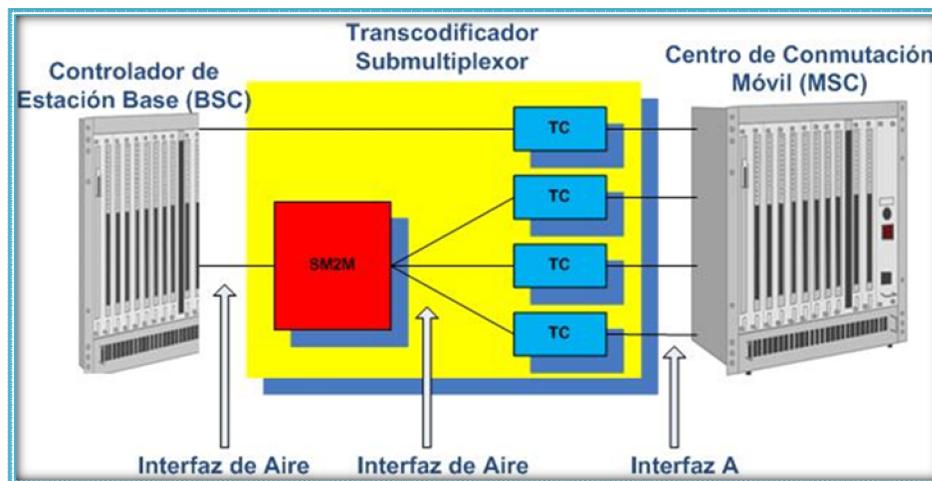


Figura 27. Localización del Transcodificador y Submultiplexor
Elaborado por: Autores

3.7.3. Centro de Operaciones y Mantenimiento (OSS)

Tiene varias tareas que realizar, estas requieren de interacciones entre algunas o todas las máquinas de la infraestructura que se encuentran en el BSS o en el NSS y los miembros de los equipos de servicio de las distintas compañías, realiza las funciones de control supervisión y mantenimiento del conjunto.³⁰

³⁰ Nokia Networks Oy 2002, Op. Cit., p. 17

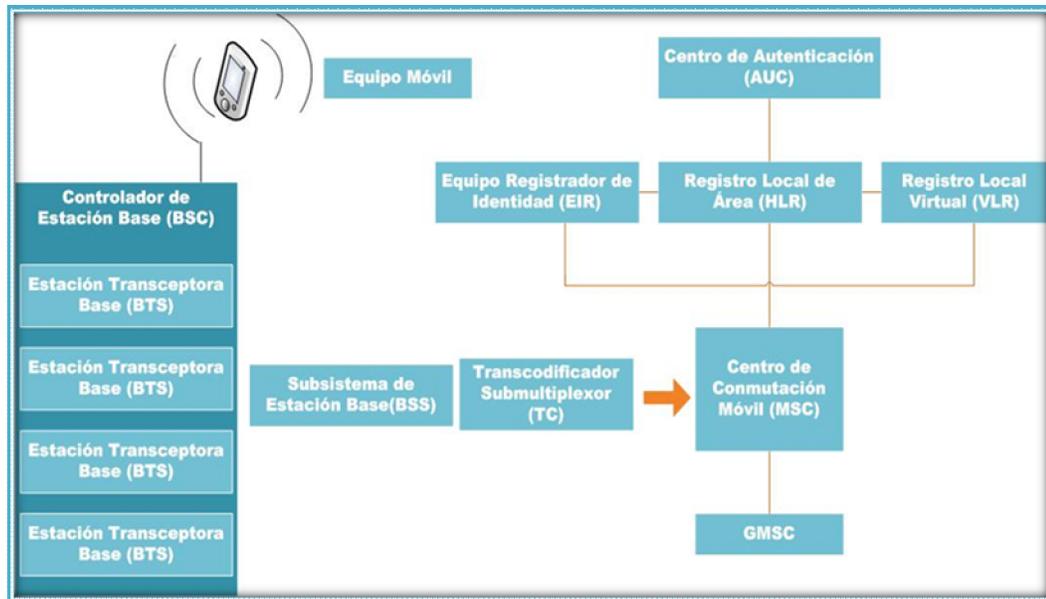


Figura 28. Diagrama de Bloque Componentes de una Red Celular GSM
Elaborado por: Autores

3.8. UMTS

La capa física de UMTS es la técnica de acceso por división de código de banda ancha WCDMA. Tiene su fundamento teórico en las técnicas de espectro extendido donde la señal ocupa un ancho de banda superior a la que sería estrictamente necesaria para su transmisión. WCDMA utiliza una modulación por secuencia directa.³¹

3.8.1. Arquitectura de la Red UMTS

La nueva generación de redes 3G necesitan de elementos nuevos en la red de radio y en la red central, por el diseño de una nueva red aérea esto dará paso a que algunos elementos de la red GSM sean combinados o transformados. La red UMTS se encuentra dividida en tres partes.

Los elementos que la conforman son los Equipos de Usuarios (UE), la red de acceso de radio terrestre (UTRAN), red principal (CN), siendo estas dos últimas la base de la red

³¹ Mario M. Figueroa de la Cruz, Óp. Cit., p. 93

UMTS, estos dos elementos están formados por protocolos y medios físicos. La arquitectura UMTS consiste en dos dominios de red.

El circuito conmutado, que se sustenta en el Centro de conmutación móvil (MSC), es la encargada de transportar el tráfico de voz.

El paquete conmutado, que se sustenta en los nodos de soporte GPRS (GSN), basada en tecnología IP, se encarga de transportar el tráfico de datos.

Los dos dominios están conectados al acceso de red, el cual es compartido en ambos tipos de tráfico a través de la interfaz Iu, la cual está dividida en dos partes:

1. IuCS conecta el acceso a red a la estructura de conmutación de circuitos (MCS).
2. IuPS conecta el acceso a red a la estructura de conmutación por paquetes (GSN).

El terminal UMTS es un potente dispositivo de comunicaciones con capacidades avanzadas de imagen y sonido, como video llamada, acceso a la información similar a un ordenador personal y características enfocadas a la facilidad de uso.

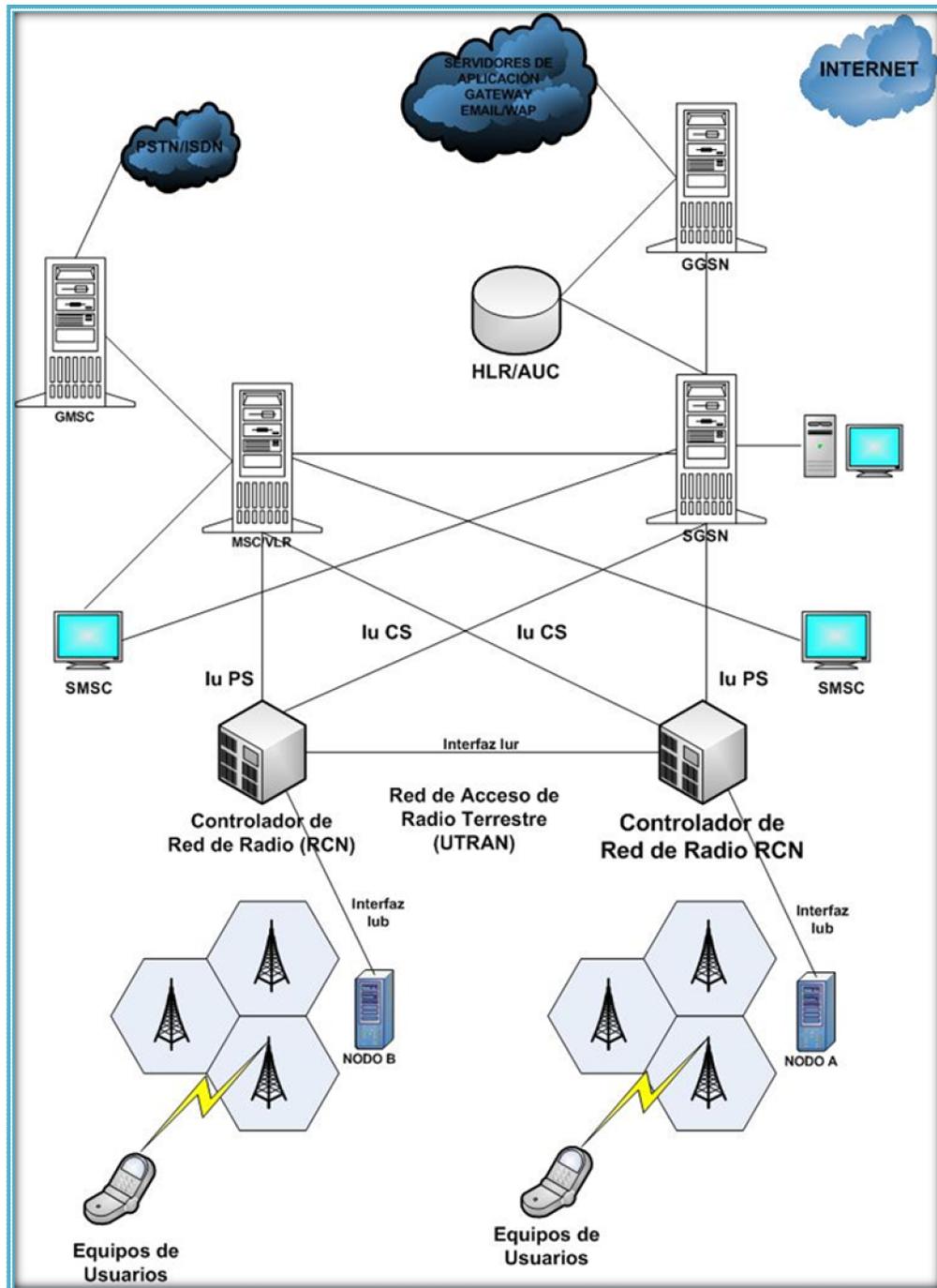


Figura 29. Arquitectura de la red celular UTRAN
Elaborado por: Autores

3.9. Arquitectura de UTRAN

Consiste en un conjunto de subsistemas de red de radio (RNS), conectada a la red central. El RNS se divide en varias entidades.

3.9.1. Controlador de Red de Radio (RCN)

Es el gestor entre el dominio de radio y el resto de la red. Los protocolos abiertos en el terminal para gestionar la conexión aérea terminan en el RNC, por encima de RNC están los protocolos que permiten la interconexión con el CN.

El RCN utiliza la interfaz de Iur la cual permite continua movilidad, en cuanto a transmisiones de entre RNS que no son perceptibles para el usuario gracias a la macrodiversidad, aligera la carga de la red central, limitando a la red central cuando debe actuar sobre aquellas donde esta interfaz no esté presente. Diferentes RCN pueden estar conectadas entre ellas a través de la interfaz Iur.

3.9.2. Nodo B

Supervisa el conjunto de células que podrán ser la duplexión por división de frecuencia (FDD), duplexión por división de tiempo (TDD), o ambas en conjunto. Este nodo es la unidad física para la radio transmisión/recepción de una o más células, está conectado al equipo de usuario (UE) mediante la interfaz aérea Uu y con el RNC vía modo de transferencia asíncrona (ATM) de Iub. La tarea principal es la conversión de datos a y desde la interfaz aérea Uu, incluyendo la corrección de errores (FEC) y el desplazamiento de fase de la modulación (QPSK) en la interfaz aire, el cual permite al equipo de usuario ajustar su energía usando comandos de control de energía de la transmisión.

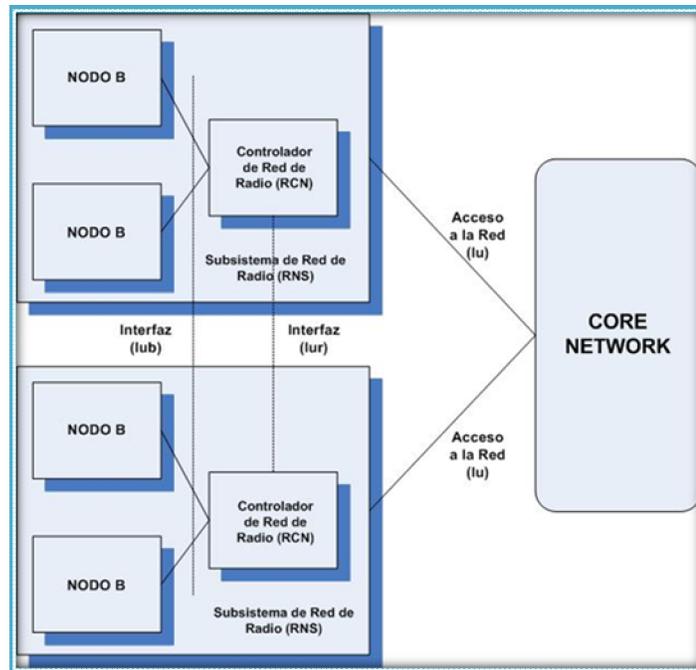


Figura 30. Arquitectura de la Red Celular UTRAM
Elaborado por: Autores

3.9.3. Red central

Es la infraestructura de conmutación y encaminamiento, es el componente de la red de acceso, la cual recoge el tráfico directamente de varias estaciones de Radiobase.³²

Se compone de dos redes independientes, una para voz (conmutación por circuitos) y otra para datos (conmutación por paquetes). En la capa de conectividad y control nos encontramos con una red muy similar a la de GSM/GPRS, la diferencia es que los nodos fueron modificados para soportar la interfaz con la nueva red de acceso UTRAN.³³

La red UMTS está sobrepuesta a la red GSM/GPRS, esto como producto de poder utilizar la misma red central. La tecnología IP estará presente dentro de los servicios que prestará. Los dos sistemas pueden coexistir.

³² Mario M. Figueroa de la Cruz, Óp. Cit., p. 105

³³ Ibid., p. 106

Las interfaces de la red UTRAN se pueden clasificar en internas y externas, dentro de las principales tenemos.

- **Interfaz Iub.** Interfaz entre los nodos B y el RCN, permite el transporte de las tramas desde el equipo de usuario hasta el RCN.
- **Interfaz Iur.** Permite la ejecución de trasposos suaves. Proporciona funciones de macrodiversidad provenientes de la tecnología CDMA.

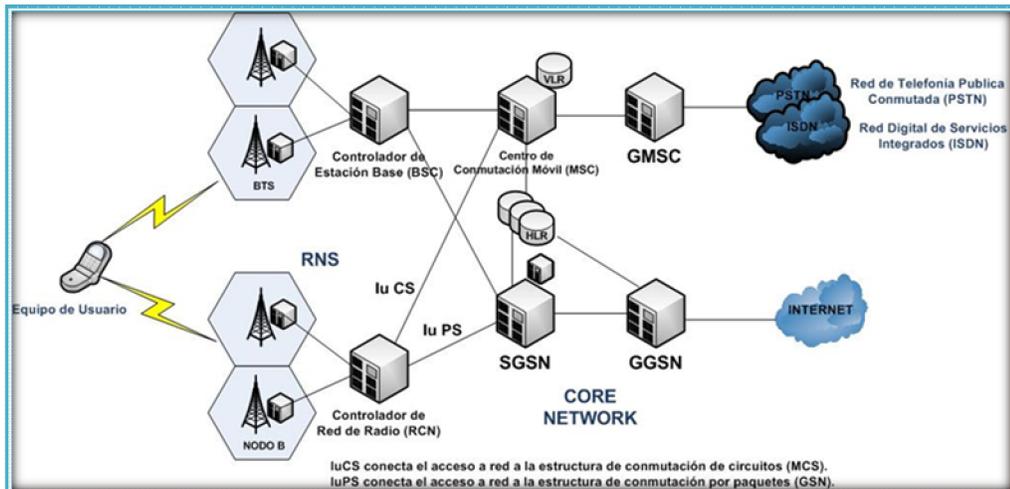


Figura 31. Arquitectura de Red de Acceso a GSM-GPRS / UTRAN
Elaborado por: Autores

3.10. Proceso para realizar una Llamada de Telefonía Móvil

El proceso de una llamada de telefonía móvil celular es similar al proceso en una red telefónica pública conmutada (PSTN). Para realizar una llamada necesitamos básicamente de 2 canales de voz full dúplex simultáneamente, los cuales son el canal de usuario y canal de control.³⁴

³⁴ Mónica A. Martínez, Óp. Cit., p. 6

Estudiaremos los siguientes casos: de fijo a móvil, de móvil a fijo y de móvil a móvil, en todos los casos el terminal móvil realiza una serie de procedimientos de arranque cuando se enciende, una vez finalizado estos procedimientos, se prueba la intensidad de la señal recibida en todos los canales de usuario prescritos, y se sintoniza automáticamente el canal con la intensidad de la señal de recepción más fuerte, de la misma forma se sincroniza para controlar la información transmitida por el BSC. Una vez establecida la comunicación el terminal móvil interpreta la información y continúa monitoreando los canales de control, para asegurarse que se está utilizando el mejor canal.

3.10.1. Llamada de Fijo a Móvil

El abonado A que posee una línea en la RTPC (Red telefónica pública conmutada), digita el número del abonado B, la central de la RTPC se comunica con la MSC por medio de GMSC, el par MSC/VLR traslada los dígitos marcados y se comunica con el HLR para determinar si el Terminal Móvil a la cual está llamando está ocupado o desocupado.³⁵

Si el terminal móvil está disponible, el MSC/VLR se comunica con la estación móvil, ésta le envía una respuesta al MSC, diciéndole que efectivamente se encuentra disponible, entonces el MSC asigna un canal desocupado e instruye a la MS que se sintonice en ese canal. Una vez sintonizado la MS.

3.10.2. Llamada de Móvil a un Teléfono Fijo

El proceso es el contrario, una vez que el abonado marca el número en terminal móvil y oprime enviar, se transmiten estos dígitos junto con el número de identificación del suscriptor móvil al par MSC/VLR. Este interroga al HLR y si el número de

³⁵ Mónica A. Martínez, Óp. Cit., p. 7

identificación es válido, el conmutador enruta la llamada sobre una interconexión de línea determinada a la red de telefonía pública conmutada.³⁶

Usando el BSC, el MSC asigna un canal para que el terminal móvil se sintonice, después que el MSC verifica que el terminal móvil esta sintonizado en el canal asignado, el MSC envía al MT un tono de llamada en progreso el cual es escuchado por el terminal móvil hasta que el abonado de la línea fija conteste y se pueda establecer la comunicación.

3.10.3. Llamada de un Móvil a otro Móvil

El proceso es el siguiente, el abonado que llama realiza el mismo proceso, marca los números y presiona la tecla enviar. El MSC recibe tanto el número de identificación del que llama como el marcado, se comunica con el HLR y determina si este terminal móvil está disponible para recibir llamadas. El MSC envía una señal a todos los BSC, para revisar con cual estación base se puede establecer la comunicación, debido al que el canal puede estar en cualquier parte del área del servicio, una vez que responda de manera positiva el BSC, el MSC asigna a los dos abonados un canal de usuario desocupado y les envía una señal pidiéndoles que se sintonicen en el canal, el transceptor de radio, que existe en el terminal móvil, utiliza un sintetizador de frecuencias para sintonizar cualquier canal del sistema celular asignado.³⁷

Una vez sintonizados los dos abonados comienzan a recibir el tono de repique y timbre respectivamente, cuando el abonado B contesta, envía una señal al MSC, indicándole que ha contestado, y este termina el tono de llamada progresiva, abriéndole pasó a que comience la conversación entre las dos terminales. En caso de que el abonado o usuarios

³⁶ Mónica A. Martínez, Óp. Cit., p. 8

³⁷ Ibid., p. 9

desea establecer una llamada y los canales de usuarios estén ocupados, el MSC envía una señal Terminal móvil indicándole que la red está ocupada, que insista mas tarde (Aparece en el teléfono red ocupada).

Por otra parte si está llamando a un terminal móvil y este se encuentra ocupado, cuando existe el servicio de la llamada en espera, el abonado B puede recibir la llamada que está entrando y dejar en espera la que tenía en curso, en caso de que no exista el servicio, el que llama recibe la señal de usuario ocupado, y cuando el número al que se está marcando no es válido, el EIR envía MSC una señal y este a su vez envía un mensaje grabado o proporciona un aviso de que la llamada no pudo procesarse, por medio del canal de control al terminal móvil.

3.11. Telefonía Móvil Celular en el Ecuador

3.11.1. CONECEL S.A.

En las primeras semanas del año 1993, se califica a la empresa **CONECEL S.A.** como concesionaria de la Banda A de los 800 MHz, según el plan de frecuencias corresponde a la primera banda dedicada al servicio de telefonía móvil celular. La tecnología propuesta fue el sistema avanzado de telefonía móvil (AMPS) por **CONECEL S.A.**, estableciéndose el inicio de la primera generación celular en el país.

A finales de 1993 se inicia el servicio de telefonía celular en el país con la entrada en el mercado **CONECEL S.A.** que con el nombre de Porta Celular inicia su operación con Radiobases de la empresa Nortel (Northern Telecom).

El 2 de agosto de 1993 se formalizó la asignación de la Banda A para **CONECEL S.A.**, en diciembre de este año el presidente Sixto Duran Ballén, realiza la primera llamada oficial desde **CONECEL** en Guayaquil.

Por ser la primera empresa operadora del servicio de Telefonía Celular, **CONECEL S.A.** capta en el mercado los primeros usuarios ya en 1994 **CONECEL S.A.**, supera sus expectativas de obtener 2.000 usuarios en Quito y 3.000 en Guayaquil, llegando a 14.000 a finales de año. En 1996 esta cifra se eleva a 33.000 y a 50.000 en diciembre de 1997.

En Julio de 1998 la operadora empieza a ofrecer servicios de internet; mientras que en marzo del 2000, **Telmex** empresa Mexicana de telecomunicaciones y una de las principales operadoras de Latinoamérica, adquiere el 60% de la participación accionarial de **CONECEL S.A.**, impulsando un agresivo programa de inversiones dirigido a ampliar la cobertura y modernizar la red de **Porta**.

En septiembre de este año, **Porta** pasa a depender de la empresa **América Móvil**, filial de **Telmex**, y alcanza los 405.000 usuarios en el 2001, consolidando su posición en el mercado ecuatoriano.

3.11.2. OTECEL S.A.

La concesión para la prestación del servicio de Telefonía Móvil celular en la Banda B de los 800 MHz, otorgada a **OTECCEL S.A.**, es suscrita por el Superintendente de Telecomunicaciones Ing. Adolfo Loza Argüello, el 29 de Noviembre de 1993.

OTECEL S.A. inicia sus operaciones con la misma tecnología **AMPS** y contrata a la Empresa **Ericsson** para instalación y puesta en servicio de las primeras Radiobases, para cubrir las ciudades de Quito, Guayaquil, Cuenca y la carretera que une Quito y Guayaquil, por la vía Santo Domingo. **OTECEL S.A.** inicio sus operaciones en la banda B, en enero de 1994.

OTECEL S.A., se fortalece con la adquisición de su mayoría accionarial por **Bellsouth** en marzo de 1997, que significo la consolidación definitiva de la operadora en el mercado, ya que logro aumentar sus abonados en casi un 100% en tan solo un año (período 1997-1998).

CONECEL S.A. y OTECEL S.A., en su evolución de tecnología adoptan el sistema **NADC** (North American Dual Cellular), incorporando la tecnología **TDMA** (Time Division Multiplex Access), conocida internacionalmente como **TDMA IS-36**.

A finales del 2003, **CONECEL S.A.** se incorpora como una empresa del grupo **América Móvil**, es una operadora de servicios de telecomunicaciones inalámbricas en Latinoamérica con mas 30 millones de usuarios en 10 países. Con la posibilidad de acceder a la tecnología **GSM/GPRS** con mayor cobertura mundial.

OTECEL S.A. se capitaliza y se convierte en **Bellsouth** Ecuador. El 8 de Marzo de 2004, **Bellsouth Corp.** Firma un acuerdo definitivo con **Telefónica Móvil**, filial de servicios inalámbricos de **Telefónica S.A.** **Bellsouth** y sus socios operaban 10 compañías de servicios inalámbricos en Latinoamérica.

3.11.3. CNT E.P.

La tercera operadora celular y primera concesionaria del servicio móvil avanzado (SMA), compañía de telecomunicaciones móviles del Ecuador “**Telecsa**”, integrada en partes iguales por las dos operadoras de telefonía fija **Andinatel S.A.** y **Pacifictel S.A.**, firma el contrato de concesión el 3 de abril de 2003, para operar la banda C-C’ de los 1900 MHz.

A partir de marzo 2004 las acciones de **Pacifictel** se revierten totalmente a **Andinatel** de esta manera, era la única accionista de esta operadora del servicio móvil avanzado.

En diciembre del 2003 **Telecsa** – Alegro PCS (Personal Communication System) comercializo un servicio que en Ecuador se concesiono como servicio de móvil avanzado (SMA), al usar la tecnología CDMA 1X (EV-DO) en el espectro de 1900 MHz A finales del 2004 la compañía **Bellsouth** tenía listos los servicios pioneros en toda la región como Brew e Internet Móvil y la transmisión de Tv a celulares Kyocera koi y Motorola V810; la red **Bellsouth** en la región fue comprada por **Telefónica**, llamándose comercialmente **Movistar** que siguió proporcionando la tecnología CDMA al igual que alegro pero en forma paralela.

Aunque CDMA es una tecnología eficiente para la transmisión de datos y soporta un mayor número de llamadas en una misma cantidad del espectro, llevo a alegro a firmar un acuerdo con **Movistar**, alquilándole la red de acceso (RAN), convirtiéndose en un operador móvil virtual (MVNO), también prestando servicios en GSM en diciembre del 2007.

Alegro cuenta, a mediados del 2010, con menos del 5% de abonados de telefonía móvil en el Ecuador, por lo que **CNT** se fusiona con **Alegro** para empezar a vender servicios de Internet, Telefonía Móvil y Fija. Las operadoras de servicio móviles han extendido sus redes a nivel nacional. Han multiplicado el número de usuarios a internet móvil, con modem de tercera generación que operan tanto en aéreas de accesos GSM, GPRS, EDGE y últimamente con UMTS.

La evolución de las líneas activas del servicio móvil, prestadas a través de terminales de usuario, ha experimentado un acelerado crecimiento, según datos de la **SUPERTEL** a noviembre 2009, existía un total de 12'496.000 abonados a los servicios móviles en el Ecuador. A mediados del 2010 se bordean los 14'000.000 de terminales móviles.

3.12. Antenas

Las antenas tienen en común una región de transmisión entre la zona donde existe una onda electromagnética guiada y una onda en el espacio libre, a la cual se le puede asignar un carácter direccional. La representación de la onda la realizamos por tensiones y corrientes (Hilos Conductores) o por campos (Guías de Ondas) en el espacio libre mediante campos.

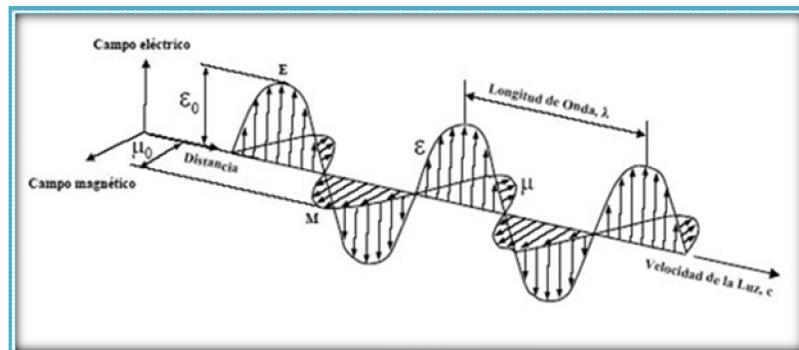


Figura 32. Onda Electromagnética y Componentes
Fuente: Onda Electromagnéticas en Comunicaciones

La antena realiza el trabajo de radiar la potencia que se le suministra con las características de direccionalidad adecuadas para la aplicación. La banda de frecuencia define el tipo de antena e incluso sus propiedades importantes que dependen del tamaño eléctrico de las antenas. Toda onda se caracteriza por su frecuencia (f) y su longitud de onda (λ), ambas relacionadas por la velocidad de propagación en el medio, que habitualmente en antenas tiene la propiedad del vacío $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$.³⁸

$$c = \lambda f = 3 * 10^8 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

Las antenas tienen características de impedancia y de radiación que dependen de la frecuencia, cada aplicación y banda de frecuencia presentan características propias que dan origen a topologías de antenas muy diversas las cuales se las puede agrupar en los siguientes bloques.

3.12.1. Antenas Alámbricas

Se distinguen por estar construidas con hilos conductores que soportan corrientes que dan origen a los campos radiados. Pueden estar formados por hilos rectos (dipolo, V, rómbica), espiras (circular, cuadrada o de cualquier forma arbitraria) y hélices. Se caracterizan por corrientes y cargas que varían de forma armónica con el tiempo y con amplitudes.³⁹

3.12.2. Antenas de Apertura y Reflectores

En ellas la generación de la onda radiada se consigue a partir de una distribución de campos soportado por la antena y se suelen excitar con guías de ondas. Son antenas de apertura las bocinas (piramidales y canicas), las aperturas y las ranuras sobre planos

³⁸ Ángel C. Aznar y otros, Antenas p. 15

³⁹ Ángel C. Aznar y otros, Óp. Cit., p. 17

conductores, y las bocas de guía. Se caracterizan por los campos eléctricos y magnéticos de la apertura, variables armónicamente en el tiempo.⁴⁰

3.12.3. Agrupaciones de Antenas

En ciertas aplicaciones se requieren características de radiación que no pueden lograrse con un solo elemento; sin embargo, con la combinación de varios de ellos se consigue una gran flexibilidad que permite obtenerlas.⁴¹

3.13. Principio Básico de una Antena

Al circular corriente por un elemento metálico se genera un campo magnético que circula entorno al conductor y en el plano perpendicular a este. Si la corriente circulante es variable el campo magnético producido será variable, es decir la corriente varía con la frecuencia, el campo cambiara de la misma manera, en función también de la frecuencia.

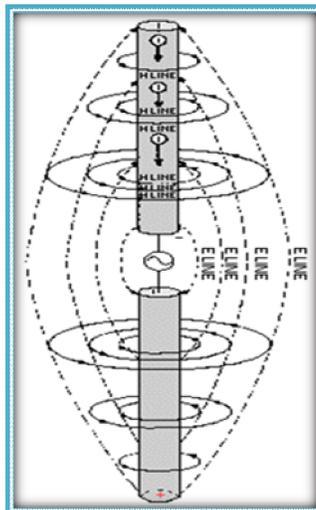


Figura 33. Campo Magnético que Circula al Entorno de un Conductor
Fuente: Conceptos generales de Antenas

⁴⁰ Ángel C. Aznar y otros, Óp. Cit., p. 17

⁴¹ *Ibid.*

Si la corriente es baja toda la energía en el conductor (Antena) se disipa en forma de calor a medida que aumenta la frecuencia, una porción de energía producida en el conductor desaparece. Esta energía perdida del entorno de la antena fluye a través del espacio originando el fenómeno conocido como radiación. Para que este fenómeno pueda ocurrir, la corriente que circula por el conductor debe ser variable en función del tiempo y de una alta frecuencia, de tal modo que la producción de onda sea inminente.⁴²

El campo magnético tiene su origen por la circulación de la corriente en el dipolo y alrededor del conductor en determinados instantes de tiempo, con la formación de valores máximos, mínimos y cero. Esto genera ondas viajeras de campo magnético que viajan en direcciones opuestas y normales al dipolo pero distribuidas en un plano perpendicular al campo eléctrico y en fase con el otro campo.

3.14. Parámetros de una Antena

Los parámetros de una antena son susceptibles de ser medidos. Permiten, desde el punto de vista de sistemas, tratar la antena como un dipolo. Se definen parámetros de tipo circuital y de tipo direccional. La mayoría de estos parámetros se definen en transmisión, pero son válidos también en recepción.

3.14.1. Diagrama de Radiación o Patrón de Radiación

Un diagrama de radiación es la representación gráfica de las propiedades de radiación de la antena, en función de las diferentes direcciones del espacio. Una antena no radia del mismo modo en todas las direcciones del espacio, sino que según su geometría, dimensiones o formas de excitación es capaz de orientar la energía en una determinada

⁴² Emilio Monachesi y otros, Gómez, Óp. Cit., p. 5

dirección del espacio. Por medio de este diagrama se puede determinar la efectividad de una antena.⁴³

El diagrama de radiación se puede representar en coordenadas polares y cartesianas. En el primer caso el ángulo, en el diagrama polar representa la dirección del espacio, mientras que el radio representa la intensidad del campo eléctrico o la densidad de potencia radiada.

La representación en coordenadas cartesianas permite observar los detalles en antenas muy directivas, mientras que el diagrama polar suministra una información más clara de la distribución de la potencia en las diferentes direcciones del espacio.

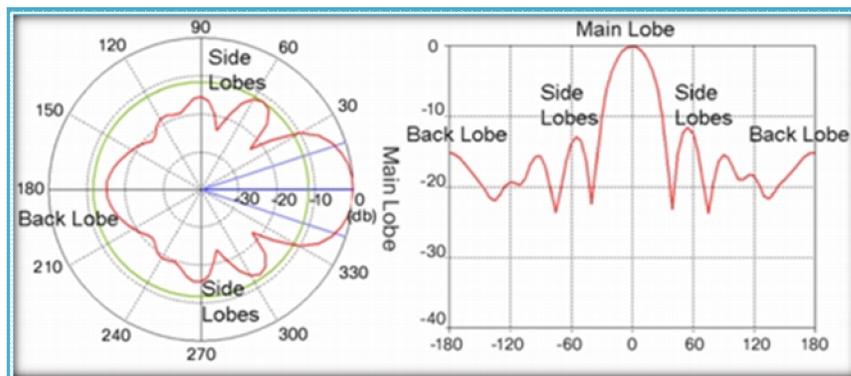


Figura 34. Patrón de Radiación en Coordenada Polar y Rectangular

Fuente:

http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/wireless/ps7183/ps469/prod_white_paper0900aecd806a1a3e.html

La zona en que la radiación es máxima se la denomina Haz Principal o Lóbulo principal. Las zonas que rodean los máximos de menor amplitud se denominan lóbulos laterales y al lóbulo de mayor amplitud se denomina lóbulo secundario. El ancho de haz a -3dB, es la separación angular de las direcciones en las que el diagrama de radiación de potencia

⁴³ Emilio Monachesi y otros, Óp. Cit., p. 4

toma el valor mitad del máximo. En el diagrama de campo es la excursión angular entre las direcciones en las que el valor del campo ha caído a 0.707 del valor máximo.

3.14.2. Densidad de Potencia Radiada

La densidad de potencia radiada se define como la potencia por unidad de superficie en una determinada dirección. Las unidades son vatios por metro cuadrado. Se puede calcular a partir de los valores eficaces de los campos, componentes del campo eléctrico.

La intensidad de radiación es la potencia radiada por unidad de ángulo sólido en una determinada dirección. Las unidades son vatios por estereorradián. Dicho parámetro es independiente de la distancia a la que se encuentre la antena emisora.

3.14.3. Directividad y Ganancia

La directividad es la propiedad que tiene una antena de transmitir o recibir la energía irradiada en una dirección particular. Para una estación móvil y otra fija o ambas móviles, donde no se puede predecir donde va a estar una de ellas, la antena deberá radiar en todas las direcciones del plano horizontal y para ello se utiliza una antena omnidireccional.

La ganancia de una antena (en cualquier dirección dada) se define como la relación de la ganancia de potencia en una dirección dada a la ganancia de potencia de una antena de referencia en la misma dirección.

La ganancia es una medida de la cantidad de la energía que se irradia en una dirección dada. Así que una antena que dirige la mayor parte de su energía en un haz estrecho (por lo menos en un plano) tendrá una ganancia más alta.

Es importante indicar que una antena con ganancia no crea potencia radiada. La antena simplemente dirige la manera en que se distribuye la potencia radiada en relación con la radiación de energía igualmente en todas las direcciones y la ganancia es simplemente una caracterización de la forma en que se irradia la energía.

3.14.4. Polarización

La polarización se define como la orientación del campo eléctrico de una onda electromagnética. En general, la polarización se describe por una elipse. Hay dos casos especiales de la polarización elíptica: la polarización Lineal y la Polarización Circular.

- **Polarización Lineal.** El vector del campo eléctrico se mantiene en el mismo plano del eje de la antena todo el tiempo. El campo eléctrico puede posicionarse a la antena en una orientación vertical, horizontal o en algún ángulo intermedio entre los dos.⁴⁴

- **Polarización Vertical.** La radiación en una antena polarizada verticalmente se ve ligeramente menos afectada por las reflexiones en el camino de transmisión. Las antenas omnidireccionales siempre tienen una polarización vertical.⁴⁵

⁴⁴ Emilio Monachesi y otros, Óp. Cit., p. 10

⁴⁵ *Ibíd.*

- **Polarización Horizontal.** Causan variaciones en la intensidad de la señal recibida. Las antenas horizontales tienen menos probabilidad de captar interferencias generadas por el hombre que las normalmente polarizadas verticalmente.

- **Polarización Circular.** El vector del campo eléctrico aparece rotando con un movimiento circular en la dirección de la propagación, haciendo una vuelta completa para cada ciclo de Radiofrecuencia (RF). Esta rotación puede ser hacia la derecha o hacia la izquierda. La elección de la polarización es una de las elecciones de diseño disponibles para el sistema irradiante de Radiofrecuencia (RF).⁴⁶

3.14.5. Impedancia

Es el cociente entre el voltaje aplicado a los terminales de entrada de la antena y la corriente resultante.

En general tiene una componente resistiva y una reactiva; sin embargo, si el punto de alimentación de la antena está en un máximo de corriente, la componente reactiva resulta despreciable, por tanto la impedancia de entrada es igual a la suma de la resistencia de radiación más la resistencia de pérdida.⁴⁷

Si la impedancia no presenta una parte reactiva (puramente resistiva) a una frecuencia determinada se dice que es una antena resonante.

⁴⁶ Emilio Monachesi y otros, Óp. Cit., p. 8

⁴⁷ *Ibíd.*

Para máxima transferencia de potencia la impedancia de la antena debe estar acoplada a la de la línea de transmisión que la alimenta. La calidad del acoplamiento se mide en términos de la relación de onda estacionaria.

3.14.6. Ancho de Banda

Todas las antenas, debido a su geometría finita, están limitadas a operar satisfactoriamente en una banda o margen de frecuencias. Este intervalo de frecuencias, en el que un parámetro de antena determinado no sobrepasa unos límites prefijados, se conoce como el ancho de banda de la antena. El ancho de banda (BW) se puede especificar como la relación entre el margen de frecuencia en que se cumplen las especificaciones y la frecuencia central.⁴⁸

El ancho de banda de la antena lo impondrá el sistema del que forme parte y afectará al parámetro más sensible o crítico de la aplicación. Para su especificación los parámetros pueden dividirse en dos grupos, según se relacionen con el diagrama o la impedancia. El primero de ellos, la directividad, la pureza de polarización, el ancho de haz, el nivel de lóbulo principal a secundario y la dirección de máxima radiación. En el segundo la impedancia de la antena y el coeficiente de reflexión.

3.14.7. Campos de Inducción y Campos de Radiación

La energía de los campos electromagnéticos que se generan alrededor de la antena, una zona cercana a la misma forma parte de los campos de inducción donde la intensidad de los campos es una función inversa del cuadrado de la distancia.⁴⁹

⁴⁸ Ángel C. Aznar y otros, Óp. Cit., p. 25

⁴⁹ Emilio Monachesi y otros, Óp. Cit., p. 10

El dispositivo se comporta como un circuito resonante donde hay intercambio de energía entre el campo eléctrico y el campo magnético y no hay radiación. Uno de los campos es máximo cuando el otro pasa por cero y a su vez se encuentran desfasados 90° en el tiempo.

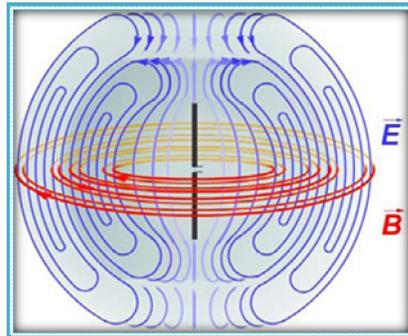


Figura 35. Radiación de Ondas Electromagnéticas Desde una Antena
Fuente: Conceptos generales de Antenas

Otra zona situada a unas pocas longitudes de onda de la antena la constituyen los campos de radiación donde se manifiesta la energía de radiación de la antena.

La intensidad de los campos radiados es una función inversa de la distancia. Estos campos obedecen al hecho de que se requiere un cierto tiempo para que los campos se transfieran de un medio físico (antena) al espacio libre.

Parte del campo original permanece en la antena y la otra parte se propaga como una onda electromagnética por el espacio libre.

3.14.8. Intensidad de Campo

La magnitud de la energía en el componente eléctrico y en el magnético, es exactamente el mismo. La variación de una componente resulta en la formación de la otra. Si ambos

componentes tienen la misma energía, la determinación de un componente dará el valor del otro. Se ha acordado expresar la intensidad de campo en términos de su componente eléctrica, es decir, en unidades de Voltios/metro.⁵⁰

3.14.9. Relación Frente Detrás

Es la relación de ganancia entre el lóbulo principal y posterior. Diagramas de radiación típicos de algunas estructuras usuales.⁵¹

Tipo de antena	Diagrama tridimensional	Diagrama Vertical o de Elevación	Diagrama Horizontal o De Azimuth
			
Radiador isotrópico	G = 0 dBi G = 2,5 dBd	Plano Eléctrico	Plano Magnético

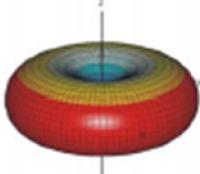
Tipo de antena	Diagrama tridimensional	Diagrama Vertical o de Elevación	Diagrama Horizontal o De Azimuth
			
Dipolo de media onda	G = 2,5 dBi G = 0 dBd RFD = 0 dB	Plano Eléctrico	Plano Magnético

Figura 36. (1) Relación Frente Detrás en los Diferentes Tipos de Antenas
Fuente: Conceptos generales de Antenas

⁵⁰ Emilio Monachesi y otros, Óp. Cit., p. 14

⁵¹ Ibíd., p. 15

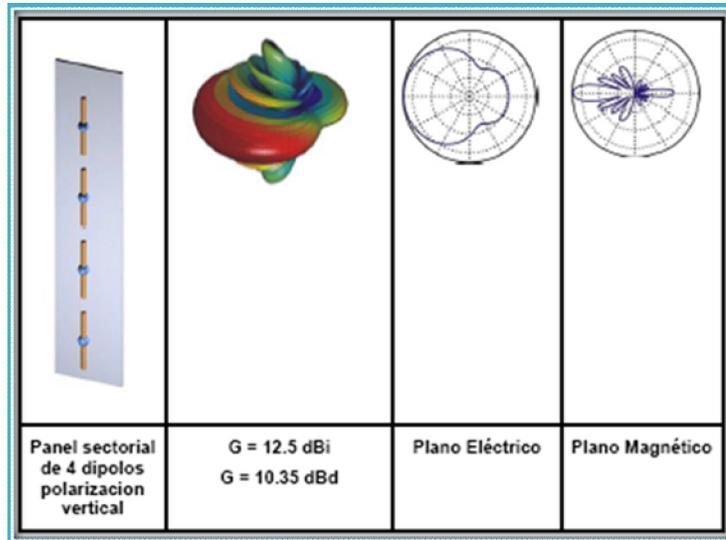


Figura 36. (2) Relación Frente Detrás en los Diferentes Tipos de Antenas
Fuente: Conceptos generales de Antenas

3.15. Tipos de Antenas

Una clasificación de las antenas puede basarse en función de su Frecuencia y Tamaño: Las antenas utilizadas para HF son diferentes de las antenas utilizadas para VHF, las cuales también son diferentes de las antenas para microondas.

La longitud de onda es diferente para diferentes frecuencias, por lo tanto las antenas deben ser diferentes en tamaño para radiar señales a la correcta longitud de onda. La directividad de las antenas puede ser Omnidireccional, Sectorial o Directiva.

3.15.1. Antenas Omnidireccionales

Irradian aproximadamente con la misma intensidad en todas las direcciones del plano horizontal, es decir en los 360°. Los tipos más populares de antenas omnidireccionales son los dipolos y las de plano de tierra.⁵²

⁵² Emilio Monachesi y otros, Óp. Cit., p. 16

3.15.2. Antenas Direccionales

Son antenas en las cuales el ancho del haz es mucho más angosto que en las antenas sectoriales. Tienen la ganancia más alta y por lo tanto se utilizan para enlaces a larga distancia.⁵³

3.15.3. Antenas Sectoriales

Una antena de sector o "panel de sector" es una antena poco frecuente especializada en sistemas al aire libre donde amplias áreas de cobertura se desean. Muy a menudo se construyen a partir de una matriz de dipolos situados en frente de un reflector en forma. El tamaño y la forma del reflector determinan el rendimiento de estas antenas en gran medida. Muchas de estas antenas de reflector tienen formas que son algo plana con algunos cantos u otras características a lo largo de los bordes.⁵⁴

3.16. Antenas en Radiobases Celulares

3.16.1. Sectoriales

Son la mezcla de las antenas direccionales y las omnidireccionales. Es una solución tecnológica ideal para la planificación de redes móviles celulares. Las antenas sectoriales emiten un haz más amplio que una direccional pero no tan amplio como una omnidireccional. La intensidad (alcance) de la antena sectorial es mayor que la omnidireccional pero algo menor que la direccional.

Para tener una cobertura de 360° (como una antena omnidireccional) y un largo alcance (como una antena direccional) deberemos instalar o tres antenas sectoriales de 120° ó 4

⁵³ Emilio Monachesi y otros, Óp. Cit., p. 16

⁵⁴ *Ibíd.*

antenas sectoriales de 80°. Las antenas sectoriales suelen ser más costosas que las antenas direccionales u omnidireccionales.

3.16.2. Características de Antenas Sectoriales

Se clasifica por su plano de acimut 3dB de ancho de haz. Los sectores disponibles son 60°, 90° y 120 grados. Los sectores están frecuentemente desplegados más arriba en el aire y pueden tener lóbulo lateral y su relación delante atrás requisitos asociados con ellos. La presencia de otras antenas y la altura de la implementación pueden pesar mucho en la selección de la antena real.⁵⁵

El patrón es ancho en el plano de acimut, pero muy estrecho en el plano de elevación. Esto es típico de los sectores y así es como alcanzan sus altas ganancias, mediante la compresión del plano de elevación. Este sector se formó con una matriz vertical de diez dipolos estratégicamente colocados delante de un reflector en forma.⁵⁶

Se trata de un sector de 90 grados porque el plano de acimut 3-dB del haz es 90-grados. En este caso, la anchura de haz plano de elevación es de unos 12 grados y los lóbulos laterales primero (plano de elevación, están abajo sobre 14 dB.

Tenga en cuenta que los patrones plano principal no están orientadas de una forma particular. Recuerde que en realidad no tienen que orientarse de una manera determinada cuando se sabe lo que la antena se supone que debe hacer. Se supone que el plano de acimut es paralelo al suelo y el plano de elevación es perpendicular al suelo.

⁵⁵ Cisco,
http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/wireless/ps7183/ps469/prod_white_paper0900aecd806a1a3e.html

⁵⁶ *Ibíd.*

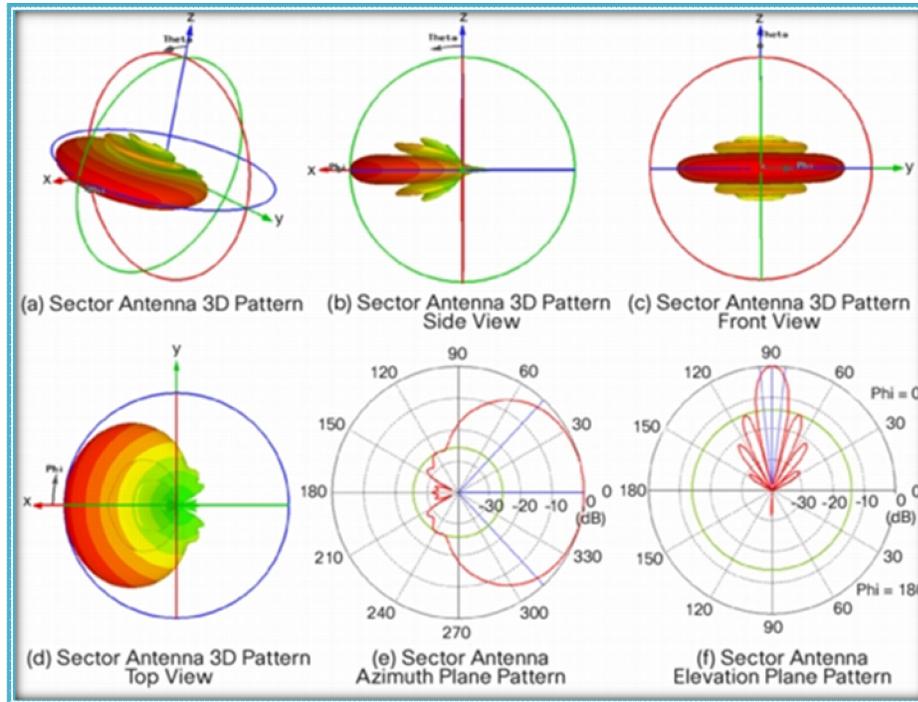


Figura 37. Patrones de Radiación de una antena Sectorial

Fuente:

http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/wireless/ps7183/ps469/prod_white_paper0900aecd806a1a3e.html

3.17. Configuración de Antenas Sectoriales

3.17.1. Diversidad en el Espacio

Está conformada de tres antenas por sector, dos para recepción con diversidad y una para transmisión. Las antenas de recepción con diversidad están separadas de 5 a 10 longitudes de onda.

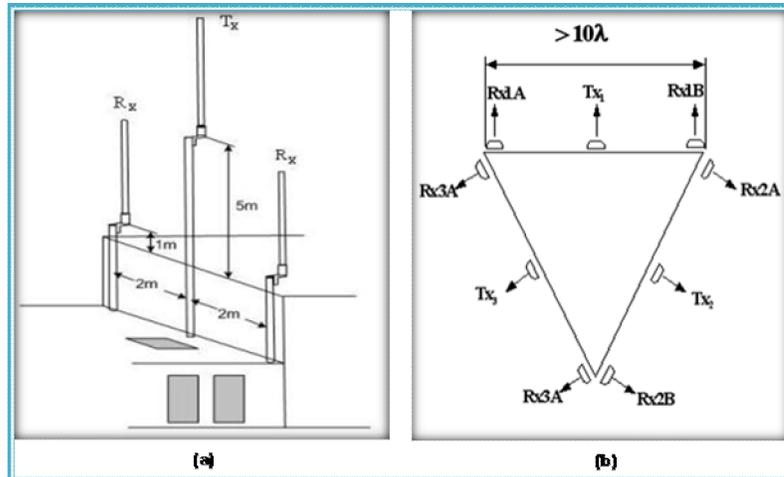


Figura 38. A. Antena con diversidad horizontal
B. Separación entre las antena en termino de longitud de onda.

Fuente: Aseta

3.17.2. Diversidad de Polarización

Por un lado las reflexiones que ocurren en áreas urbanas no siempre tienen la misma polarización; puede haber componentes horizontales también.

Un teléfono móvil nunca está posicionado verticalmente, lo que significa que todas las polarizaciones entre vertical y horizontal son posibles. Por lo que las señales en polarizaciones distintas a la vertical y horizontal pueden ser utilizadas para establecer la comunicación.

3.17.3. Inclinación del Haz

Las señales desarrolladas por los transmisores son alimentadas a las antenas las cuales producen haces que son radiados en la celda alrededor de la estación base. El perfil de los haces es cuidadosamente seleccionado por los planificadores de las redes a fin de producir una cobertura óptima de la celda.

Los rayos formados por las antenas usadas en Radiobases Macrocelulares son estrechos en el plano de elevación con ancho típico entre 5° y 10° , además el haz se inclinan ligeramente entre 5° a 10° por debajo de la horizontal, produciéndose lo que se llama el Down-tilt.

- **Down-tilt.** Puede lograrse mecánicamente inclinando la antena hacia abajo ó también eléctricamente mediante el ajuste adecuado de las fases de la señal en las antenas.

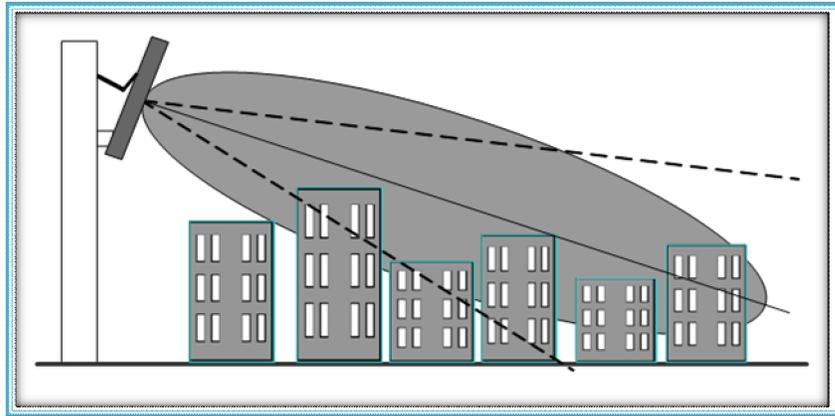


Figura 39. Inclinación del haz debido a inclinación de la antena (Down-tilt Mecánico)
Fuente: Aseta

La antena ya es ajustada en la fábrica con el haz inclinado con un ángulo estándar, que puede ser de 3° , 6° , 9° y 12° .



Figura 40. Inclinación del Haz mediante desfases en la Alimentación (Down-tilt Eléctrico)
Fuente: Aseta

La propagación ideal entre celdas de una red de telefonía móvil implica: Estricta limitación del área de cobertura de cada celda para evitar interferencias entre ellas.

- **Down-tilt de la Antena (Mecánico o Eléctrico).** Atenuación del lóbulo lateral vertical superior de las antenas para minimizar la formación de zonas de interferencia.

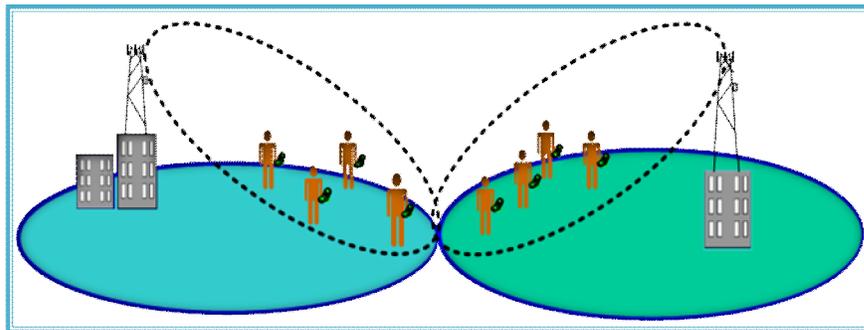


Figura 41. Propagación Ideal entre Células de un Sistema
Fuente: Aseta

Considerando las alturas a las cuales son montadas las antenas en las torres o mástiles, el Down-tilt implica que el haz principal desde la antena de la estación base llegue a tierra generalmente entre 50 y 300 m, desde el pie de la torre o mástil.

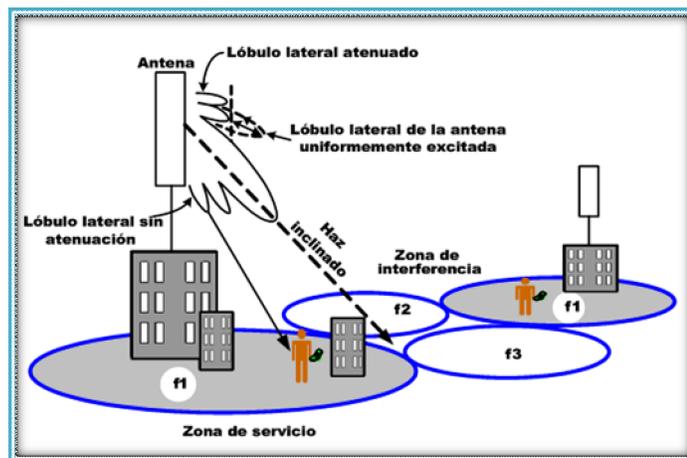


Figura 42. Haz para limitar el Área de Cobertura y Evitar zonas de Interferencia
Fuente: Aseta

Las antenas usadas en estaciones bases Microcelulares tienen haces mucho más anchos en el plano de elevación porque la comunicación se realiza a distancias mucho más cortas.

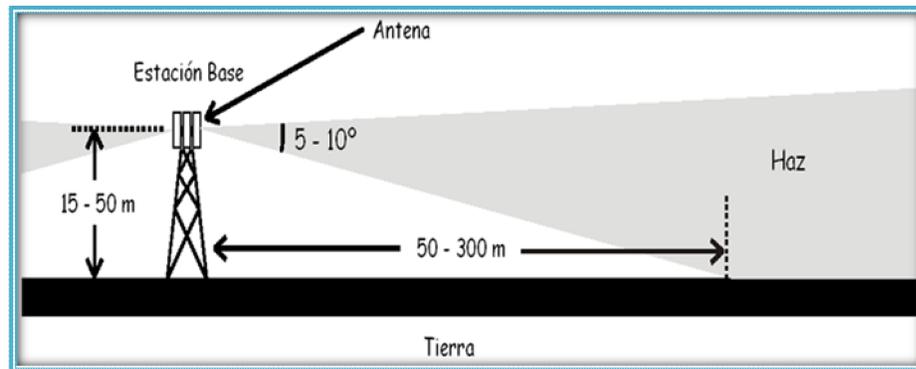


Figura 43. Forma de haz para Estaciones Radiobases Microcelulares
Fuente: Aseta

Un factor determinante en el diseño, la ubicación y la instalación de las antenas de comunicaciones móviles es la altura de las antenas, que es muy importante para mantener la línea de vista con el área a servir. Las construcciones, cerros y árboles que obstruyen la línea de vista atenúan o reflejan las señales.

3.18. Polarización en Antenas Sectoriales

3.18.1. Polarización Horizontal y Vertical

La diversidad por polarización utiliza dos antenas ortogonalmente polarizadas y compara las señales resultantes. Los dipolos de los dos sistemas de antenas son polarizados de forma horizontal y vertical respectivamente.

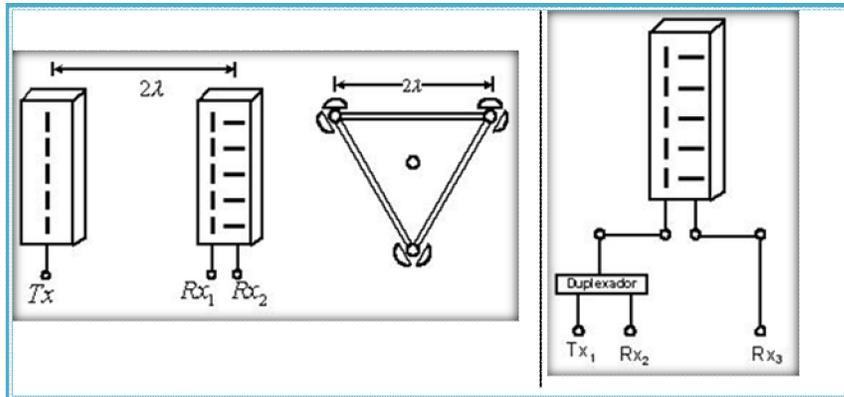


Figura 44. Antenas Sectorizadas con Recepción de Diversidad de Polarización
Fuente: Aseta

No se requiere una separación espacial, dipolos con polarizaciones diferentes pueden ser instalados en una estructura común, alcanzándose un aislamiento suficiente aun cuando estos dipolos estén intercalados en una única unidad doblemente polarizada con dimensiones no mayores a las de una antena de polarización única.

3.18.2. Polarización Doble Horizontal y Vertical

Permiten el aislamiento suficiente (en el orden de 30 dB) entre el sistema polarizado horizontalmente y el sistema polarizado verticalmente y solo necesitan dos antenas por sector distanciadas 2 longitudes de onda, una para transmisión y otra para recepción con polarización doble (horizontal y vertical), pudiendo reducirse a una sola unidad mediante la utilización de un duplexor para transmitir y recibir simultáneamente con la antena vertical y una antena con polarización horizontal para recepción en diversidad. Las antenas de polarización doble (horizontal / vertical) tiene una desventaja, los portátiles y los móviles suelen operar con polarización vertical, por lo que la eficiencia de la recepción de la antena vertical en una ERB de polarización (horizontal / vertical) será mayor que en el sistema horizontal. Concluimos que la polarización horizontal no es realmente adecuada para la transmisión.

3.18.3. Polarización Cruzada

En antenas de polarización cruzada con $+45^\circ / -45^\circ$, ambos sistemas son equivalentes con respecto a su eficiencia en la propagación. Los dos sistemas, por lo tanto, pueden ser usados con buenos resultados también tanto en transmisión como recepción. Además, la característica de esta antena permite hacer transmisiones simultáneas de dos transmisores sin el uso de un combinador de transmisión. Las antenas de polarización cruzada que son llamadas antenas X-polarized, tienen dos modos de polarización a $+45^\circ$ e -45° . Estas polarizaciones pueden ser separadas en componentes verticales y horizontales de igual amplitud y dependiendo de la orientación de los obstáculos, estas componentes son afectadas diferentemente.

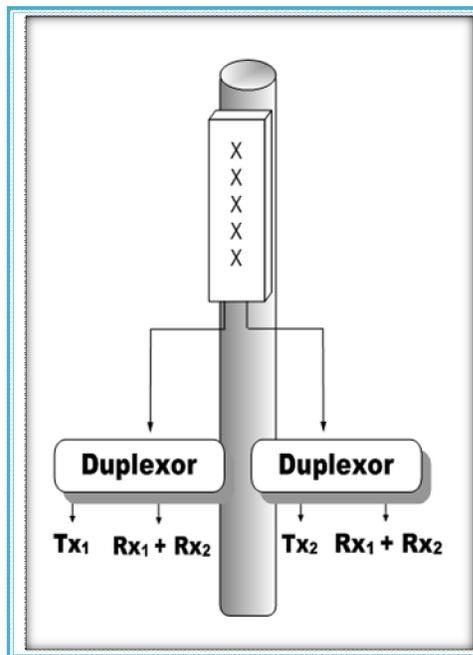


Figura 45. Antena con Polarización Cruzada para dos Canales de Transmisión y Recepción
Fuente: Aseta

CAPÍTULO 4

4. EQUIPOS MÉTODOS Y NORMATIVAS EMPLEADAS EN LA MEDICIÓN

4.1. Medidor de Radiación Selectivo (SRM – 3000)

El equipo utilizado para medir la radiación selectiva, es el modelo “SRM-3000” (Selective Radiation Meter), perteneciente a Narda Safety Test Solutions, fabricado para el análisis de seguridad de altas frecuencias en los campos electromagnéticos, utilizado para realizar mediciones al aire libre, especialmente en lugares donde el acceso es difícil o incómodo, ajustado a la Norma UIT-T K.52, se encuentra en el rango de 100 KHz a 3GHz, su función principal es determinar la intensidad de campo. Utiliza una antena Triaxial (tres ejes) que hace posible detectar automáticamente los componentes espaciales del campo a ser medido.⁵⁷



Figura 46. Medidor de Radiación Selectivo (SRM – 3000)
Elaborado por: Autores

⁵⁷ Narda, Operating Manual SRM -3000 Selective Radiation Meter, p.1-1

Tiene varios modos de operación, los cuales están diseñados para dar inmediatos informes sobre los resultados que se requieren, es utilizado en el modo “Safety Evaluation Mode” (Modo de Evaluación de Seguridad), el cual, se puede armar una lista de rangos de frecuencias donde se va a medir la fuerza de intensidad de campo.⁵⁸



Figura 47. Interfaz en Modo de Evaluación de Seguridad del SRM – 3000
Elaborado por: Autores

Los resultados de cada intervalo de frecuencia, son definidos de acuerdo a intervalos de tiempo predeterminados, estos datos se muestran en unidades de intensidad de campo o como un porcentaje de un nivel de seguridad seleccionado.

4.1.1. Antena Triaxial

Es una antena de tres ejes que complementa al equipo, esta cubre un rango de frecuencias de 75 MHz a 3 GHz, determina los tres componentes espaciales del campo que se está midiendo, que son la potencia radiada efectiva isotrópica, la densidad de potencia y el cociente de posición, por lo que las mediciones son rápidas y fáciles de realizar.

⁵⁸ Narda, Óp. cit., p. 4-1



Figura 48. Antena Triaxial SRM – 3000
Elaborado por: Autores

La antena contiene un cable de conexión de RF y un cable de control conectado al equipo base. Existen otros tipos de antenas que también se pueden conectar al Medidor de Radiación Selectivo que son adecuadas para medir la exposición de intensidad de campo tales como:

TIPO	TIPO DE CAMPO MEDIDO	RANGO DE FRECUENCIA	NOTAS
Dipolo de Banda Ancha	Campo Eléctrico	Entre 30 MHz y 3 GHz	-
Antena Log-periódica	Campo Eléctrico	Entre 30 MHz y 20 GHz	Característica Direccional. No es adecuado para mediciones isotrópicas
Antena de cuadro	Campo Magnético	Entre 100 KHz y 3 MHz	-

Tabla 10. Tipos de Antenas Adaptables
Elaborado por: Autores

4.1.2. Cables y Conectores

Son dos cables unidos que se pueden utilizar para la conexión entre la antena y el instrumento básico que cubre el rango de frecuencia entre 100 KHz y 3 GHz, estos cables miden entre 1.5 m y 5 m de largo, los mismos contienen ferrita para reducir los efectos del campo externo en los resultados de la medición. Los cables son, el cable de RF y el cable de control el cual se conecta al equipo mediante un conector de pines múltiples y se lo utiliza para transmitir los parámetros de la antena (tipo, número de serie, fecha de calibración, lista de factores de la antena) para que estos puedan ser reconocidos por el SRM.⁵⁹



Figura 49. Conector RF y de Pines Múltiple
Elaborado por: Autores

Cuando la antena de tres ejes se utiliza, el SRM también utiliza este cable para controlar la medición sucesiva con los tres ejes para un resultado isotrópico o para seleccionar un solo eje con el fin de obtener información direccional.⁶⁰

⁵⁹ Narda, Óp. cit., p. 4-3

⁶⁰ Ibid., p. 4-4



Figura 50. Cable conector del SRM – 3000 a la Antena Triaxial
Elaborado por: Autores

Algunos tipos de cable también se los puede utilizar para la conexión entre la antena y el equipo base, pero estos no proporcionan la función del controlador para antenas de tres ejes.

4.1.3. Equipos Adicionales

Al momento de realizar las mediciones además del Medidor de Radiación Selectivo y sus complementos, se utilizan equipos adicionales como GPS, para ubicar y registrar los puntos en los que se realiza cada medición, cámara fotográfica, para llevar pruebas de los lugares medidos y Laptop, para realizar una medición remota o utilizar funciones adicionales propias del SRM-3000.

4.2. Entidades que Garantizan la Seguridad de las Emisiones Radioeléctricas

Los efectos por exposición a emisiones electromagnéticas han sido objetos de numerosos estudios durante los últimos años. Por organismos internacionales,

fabricantes de equipos, las propias operadoras y las administraciones publicas de cada país.

4.2.1. Comisiones y Comités Científicos

Existen recomendaciones de seguridad tanto nacionales como internacionales sobre la exposición de las personas a campos electromagnéticos, que analizan el comportamiento del cuerpo humano y sus posibles efectos biológicos. Entre los comités científicos reconocidos a nivel internacional mencionamos los siguientes.

- **Agencia Australiana de Protección de Radiación y Seguridad Nuclear (ARPANSA).** Se encarga de la protección de la salud y la seguridad de las personas en el entorno de los efectos de las emisiones radioeléctricas, llevando a cabo políticas de protección de las mismas.

- **Comité Sobre el Hombre y la Radiación (COMAR).** Constituido por un grupo de expertos en temas de salud y seguridad relacionados con los campos electromagnéticos.

- **Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP).** Es una comisión científica independiente creada para mejorar la protección frente a las radiaciones no ionizantes en beneficio de las personas y del medio ambiente. Reconocida por la organización mundial de la Salud.

- **Consejo Nacional para la Protección contra la Radiación (NRPB).** Es una organización independiente que informa al gobierno Inglés sobre estándares de protección contra las radiaciones de las ondas electromagnéticas tanto ionizantes como no ionizantes.

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

Creado 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.

Las normas se elaboran por unos grupos de científicos realizando diferentes pruebas y analizándolas todos los estudios se basan sus recomendaciones de la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes ICNIRP, colabora activamente con otros organismos como son la ICNIRP, la UIT y la Comisión Europea.

- **Comisión Internacional para la Protección de Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP).** Es una comisión científica independiente sin fines de lucro creada por la Asociación Internacional de Protección contra la Radiación (IRPA) para la protección contra la radiación no ionizante (RNI) en beneficio de las personas y

del medio ambiente. Encargada de fomentar y recomendar protección contra la exposición a las (RNI) Radiaciones no Ionizantes, elaborando directrices y límites internacionales de exposición a RNI independientes con fundamento científico. La ICNIRP es la organización oficialmente reconocida por la OMS y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) para asuntos relativos a RNI.

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 científica es determinar los posibles efectos que podrían causar algún efecto en la salud de los seres humanos 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.

EL ICNIRP trabaja en conjunto con otras organizaciones para llevar a cabo sus investigaciones: 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.

- **La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).** Es una normativa que se generó para regular todas las telecomunicaciones internacionalmente entre las distintas Empresa y Operadoras. Este ente estudia los aspectos técnicos, de explotación, tarifarios y pública recomendaciones.

Está compuesta por tres sectores:

1. UIT-T: Sector de Normalización de las Telecomunicaciones.
2. UIT-R: Sector de Normalización de las Radiocomunicaciones.
3. UIT-D: Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT.

➤ **Comité Europeo Para La Normalización Electrotécnica (CENELEC).** El Comité Europeo de Normalización Electrotécnica tiene como la finalidad la estandarización europea en el área de ingeniería eléctrica, teniendo como 28 países miembros y 7 países afiliados, formando así parte del sistema europeo de normalizaciones.

La Normalización de CENELEC son aquellas en las que se determinan la seguridad en su desarrollo y la implantación de un conjunto de normas electrotécnicas. Las propuestas y los proyectos en mejora de la explotación de electrotécnica, se encarga de 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.

4.2.2. Organismos de Normalización

Estos organismos trabajan en la elaboración de normativas sobre los límites de exposición a los campos electromagnéticos, en muchos de los casos estas normativas quedan en recomendaciones ya que estos organismos no tienen capacidad para exigir su cumplimiento, sin embargo entidades como la CENELEC a nivel Europeo o la FCC en Estados Unidos desarrollan normativas obligatorias en el cumplimiento.

- **Instituto Nacional Americano de Estándares (ANSI).** Es una organización privada que administra y coordina la estandarización en Estados Unidos y la conformidad de su cumplimiento.

- **Comité Europeo de Estandarización Electrónica (CENELEC).** Elabora estándares que se aplican en toda Europa, aunque la mayoría tienen ámbito internacional, ya que se desarrollan de forma conjunta con la International Electrotechnical Commission (IEC).

- **Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI).** Es una organización que se dedica a desarrollar estándares de Telecomunicaciones en función de las necesidades del mercado. Está formada por miembros de 59 países de todo el mundo y representa a la Administración, a los operadores de redes, a los proveedores de servicios, a los fabricantes, a distintas entidades dedicadas a la investigación y a los usuarios.

- **Comisión Internacional Electrónica (IEC).** Es un organismo que genera estándares internacionales en todos los campos de la electrónica, el electromagnetismo, la electroacústica y las telecomunicaciones.

- **Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE).** Promueve los procesos de ingeniería mediante la creación, desarrollo, integración, compartición y aplicación del conocimiento de las tecnologías electrónicas y de la información para el beneficio de la humanidad.

4.3. Leyes, Reglamentos y Normas de los Campos Electromagnéticos

Debido a la preocupación social, numerosos grupos de expertos han publicado trabajos que analizan la interacción del cuerpo humano y los campos electromagnéticos.

Existen varias normativas donde las autoridades competentes deben establecer reglamentos de obligado cumplimiento para los operadores de los diversos servicios. Se basan considerando únicamente los efectos térmicos que pueden producirse a determinadas frecuencias, niveles de emisión y modulaciones.

El objetivo de nuestro trabajo en la tesis para la realización de las mediciones de Radiaciones No Ionizantes (RNI) que producen las Radiobases de telefonía móvil, es verificar si cumplen con las leyes, reglamentos, normas, estándares y recomendaciones; las cuales detallaremos a continuación los entes reguladores de las Telecomunicaciones tanto Nacional e Internacional.

4.3.1. Constitución Política de la República del Ecuador 2008

A continuación detallamos los artículos correspondientes Constitución Política de la República del Ecuador las cuales tienen un régimen regulatorio en los sectores estratégicos de servicios y empresas públicas.

- **Art. 313.-** El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia. Los sectores estratégicos, de decisión y control exclusivo del Estado, son aquellos que por su trascendencia y magnitud tienen decisiva influencia económica, social, política o

ambiental, y deberán orientarse al pleno desarrollo de los derechos y al interés social.

Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley.

- **Art. 408.-** Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico. Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución.

El Estado participará en los beneficios del aprovechamiento de estos recursos, en un monto que no será inferior a los de la empresa que los explota. El Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan condiciones de vida con dignidad.

4.3.2. Ley Especial de Telecomunicaciones

Tiene como finalidad establecer las normas y procedimientos generales aplicables a las funciones de planificación, regulación, gestión y control de prestación de servicios de

telecomunicaciones y operación, instalación y explotación de toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, imágenes, datos y sonidos por cualquier medio; y el uso del espectro radioeléctrico.

4.3.3. Ley De Transparencia

La Ley de Transparencia es obligatoria para los derechos del ciudadano, ya que las instituciones del Estado tienen que difundir la información a través de las páginas web así como los medios necesarios para dar a conocer sobre su gestión en todos los ámbitos a disposición del público y su acceso a la información pública sea actualizada por ello la Superintendencia de Telecomunicaciones (Región Costa) en su portal sube toda la información acerca de las mediciones de las Radiaciones no Ionizantes de las Radiobases de telefonía móvil de cada año, gestionando charlas informativas a sus funcionarios en las provincias El oro, Los Ríos, Santa Elena y Guayas.

4.3.4. Reglamento a la Ley de Radiodifusión y Televisión

Este reglamento se encarga del control técnico y administrativo de las estaciones de radiodifusión y televisión a cargo de la Superintendencia de Telecomunicaciones SUPERTEL y tienen por objetos determinar el correcto funcionamiento de dichas estaciones y cumplimiento de las características autorizadas en la concesión.

4.3.5. Reglamento De Protección De Emisiones De Radiación No Ionizante

Tiene como 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.

4.3.6. Reglamento Orgánico SUPERTEL

La Superintendencia de Telecomunicaciones en su reglamento orgánico por procesos tiene como visión: Vigilar, auditar, intervenir y controlar técnicamente la prestación de los servicios de telecomunicaciones, radiodifusión, televisión y el uso del espectro radioeléctrico, para que se proporcione con eficiencia, responsabilidad, continuidad, calidad, transparencia y equidad.



Figura 51. Mapa de Procesos SUPERTEL
Fuente: SUPERTEL

4.3.7. Disposiciones Internas SUPERTEL

La Superintendencia de Telecomunicaciones tiene como finalidad en disposición interna desarrollar, proponer e implementar procesos y mecanismos para el mantenimiento de los equipos de medición. Administrando el espectro radioeléctrico y gestionando los contratos de concesión de radiodifusión y televisión; así como programar, normar coordinar acciones, evaluar y orientar técnicamente a nivel nacional, las acciones para el control de las operadoras.

La Administración de Equipos de Medición y control Técnico lleva a cabo lo siguiente:

1. Procedimientos y mecanismos para la realizar mantenimiento a equipos de medición.
2. Plan Anual de Mantenimiento y Calibración de equipos de Medición y Control Técnico.
3. Reporte de equipos para el mantenimiento.
4. Informe Técnico del funcionamiento del Equipo.
5. Certificados de calibración.
6. Denuncia.
7. Registro de mantenimiento de equipos.

4.3.8. Aplicación De Recomendaciones

La Recomendación para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos de la ICNIRP, también las recomendaciones UIT-T K.52 e UIT-T K.61 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, estas 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 EN 5400 y EN 50383, 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.

4.3.9. Recomendaciones de la UIT

- **UIT-T K.52.** Esta Recomendación es sobre la Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos Electromagnéticos que tiene como finalidad de que se cumpla los límites de seguridad de las instalaciones de telecomunicación y de los teléfonos móviles u otros dispositivos que emiten radiaciones electromagnéticas. En el cual contiene una orientación general, un método de cálculo y un procedimiento de evaluación de las instalaciones.

- **UIT-T K.61.** Esta Recomendación es sobre las directrices, la medición y la predicción numérica de los campos electromagnéticos para comprobar que las instalaciones de telecomunicaciones cumplen los límites de exposición; la cual tiene como finalidad verificar el cumplimiento de las operadoras con los límites de seguridad a la exposición de las radiaciones electromagnéticas en las telecomunicaciones.

4.3.10. Acuerdo No. 010 (Ficha Ambiental Y Plan De Manejo Ambiental)

Tiene como objetivo identificar y caracterizar las Radiobases mediante la elaboración de la Ficha Ambiental con el fin de establecer medidas ambientales específicas. Basándose en los artículos del Resolución No. 01-01-Conatel-2005. Reglamento De Protección De Emisiones De Radiación No Ionizante Generadas Por Uso De Frecuencias Del Espectro Radioeléctrico.

- **Art 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 reemplazar sus antenas

transmisoras sobre una misma infraestructura de soporte, dentro o en las cercanías de una zona de acceso, estará condicionada a:

1. 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.
 2. Los Límites Máximos de Exposición por estación radioeléctrica fija cumplan con lo establecido en el artículo 5 del presente Reglamento.
- **Art 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 SUPERTEL de cumplir con lo establecido en los artículos 6, 7, 13, 14, 15 y 16 del presente Reglamento.

4.4. Cálculos de Campos Electromagnéticos

4.4.1. Normativas de Seguridad

Las normativas se basan, en los niveles altos de emisiones electromagnéticas considerando únicamente los efectos térmicos. Estos efectos pueden producirse a:



Figura 52. Parámetros que Producen Efectos Térmicos
Elaborado por: Autores

El parámetro utilizado para medir los efectos térmicos es la Tasa de Absorción Específica, que se define como la potencia absorbida por unidad de masa de tejido corporal. A partir de la relación entre la SAR y el nivel de densidad de potencia del campo electromagnético, las normativas fijan los límites de exposición a las emisiones radioeléctricas.

Existen organismos y comisiones científicas internacionales, que analizan el comportamiento del cuerpo humano ante la exposición a campos electromagnéticos, y los potenciales efectos sobre la salud.

Numerosos organismos trabajan en la elaboración de normativas sobre los límites de exposición a los campos electromagnéticos, muchos de los estudios realizados no llegan a ser normativas, solo quedan en recomendaciones, debido a que los organismos que las han realizado no tienen capacidad para exigir su cumplimiento. Solamente entidades como el CENELEC a nivel Europeo la FCC en Estados Unidos desarrollan normativas de obligado cumplimiento. Los diferentes organismos analizan:

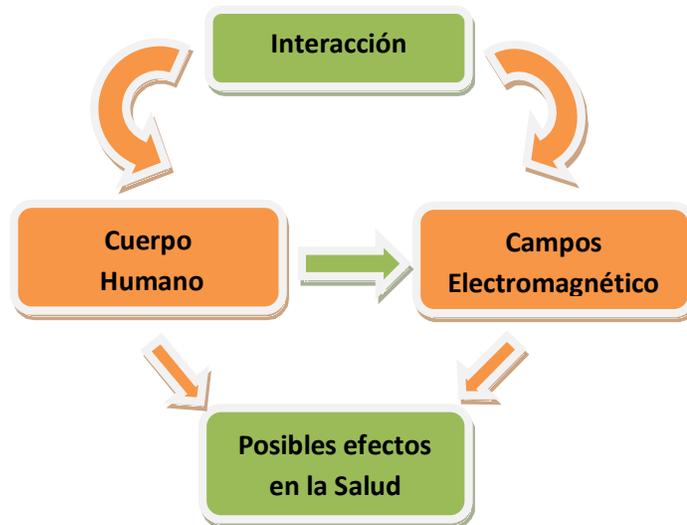


Figura 53. Interacción entre el Cuerpo Humano y los Campos Electromagnéticos
Elaborado por: Autores

Sobre los posibles efectos en la salud de las emisiones radioeléctricas, se establece límites de exposición a los campos electromagnéticos. Que incluyen condiciones de protección del público en general y gestión del riesgo para exposición ocupacional, junto con información adicional de medida y cumplimiento de los niveles.

4.4.2. Límites de Exposición a los Campos Electromagnéticos

Los estándares que especifican límites para la exposición a los campos electromagnéticos, identifican los niveles de exposición para los que se pueden observar estos efectos en las personas.

Las recomendaciones incorporan un factor de seguridad sobre estos valores para establecer los límites para la exposición a campos electromagnéticos con objetivo de tener un margen de seguridad alto sobre los distintos aspectos que pueden influir.

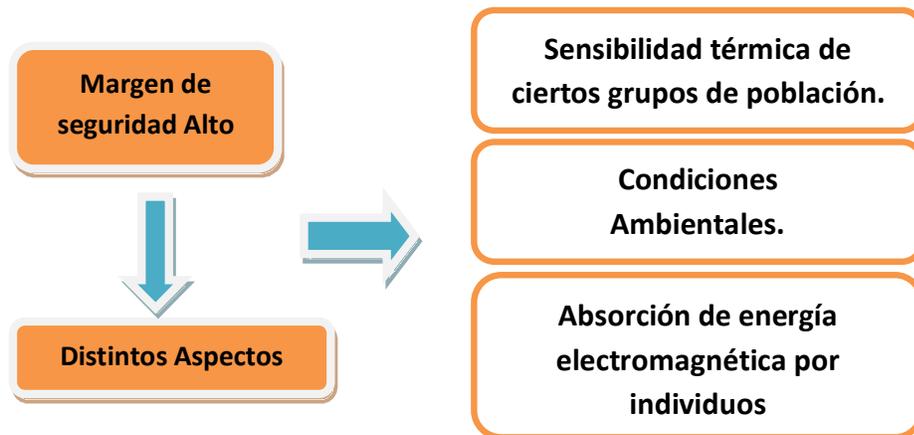


Figura 54. Aspectos para establecer niveles de seguridad
Elaborado por: Autores

La mayoría de los estudios especifican dos tipos de límites, según el carácter de la exposición.

- **Exposición controlada u Ocupacional.** Los sujetos son conscientes de la exposición, pueden ejercer control sobre la misma y tomar las precauciones de seguridad necesarias.

- **Exposición no controlada.** Es la exposición del público en general, que no es consciente de su exposición a campos electromagnéticos y no puede ejercer control sobre la misma.

4.4.3. Límites a la exposición de emisiones radioeléctricas

- **Restricciones Básicas.** Son los niveles de exposición a los campos electromagnéticos para los que se pueden observar efectos térmicos en las personas. Se utilizan en forma de índice de absorción específica de energía y densidad de potencia.

- **Niveles de Referencia.** Son los niveles, en términos de la intensidad de campo eléctrico, la intensidad de campo magnético y la densidad de potencia, utilizados para realizar las medidas experimentales y verificar que se cumplen las restricciones básicas.

Si se cumplen los niveles de referencia, se asegura la satisfacción de las restricciones básicas. Si el valor medido sobrepasa el nivel de referencia, debe efectuarse una evaluación detallada para comprobar que los niveles de exposición son inferiores a las restricciones básicas. En el caso de exposición a múltiples fuentes, se empleará una suma ponderada de campos para calcular las restricciones básicas. En las tablas siguientes se muestran los niveles de referencia que deben cumplir las instalaciones especificando dos tipos de límites:

f	$(E)[V/m]$	$(H)[A/m]$	$(S)[W/m^2]$
0 – 1 Hz	–	$1,63 \cdot 10^5$	–
1 – 8 Hz	20000	$1,63 \cdot 10^5 / f^2$	–
8 – 25 Hz	20000	$2 \cdot 10^5 / f$	–
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	$3 \cdot f^{0,5}$	$0,008 \cdot f^{0,5}$	$f / 40$
2 – 300 GHz	137	0,36	50

Tabla 11. Exposición Ocupacional
Elaborado por: Autores

f	$(E)[V/m]$	$(H)[A/m]$	$(S)[W/m^2]$
0 – 1 Hz	–	$3,2 \cdot 10^4$	–
1 – 8 Hz	10000	$3,2 \cdot 10^4 / f^2$	–
8 – 25 Hz	10000	$4000 / f$	–
0,025 – 0,8 KHz	$250 / f$	$4 / f$	–
0,8 – 3 KHz	$250 / f$	5	–
3 – 150 MHz	87	5	–
0,15 – 1 MHz	87	$0,73 / f$	–
1 – 10 MHz	$87 / f^{0,5}$	$0,73 / f$	
10 – 400 MHz	28	0,073	2
400 – 2000 MHz	$1,375 \cdot f^{0,5}$	$0,0037 \cdot f^{0,5}$	$f / 200$
2 – 300 GHz	61	0,16	10

Tabla 12. Exposición Público en General
Elaborado por: Autores

4.4.4. Cálculos para las Restricciones Básicas a Múltiples Fuentes

En el caso de exposición a múltiples fuentes, se empleara una suma ponderada de campos para calcular las restricciones básicas.

En este tipo de exposición crea entornos muy complejos, los cuales deben cumplir con los siguientes criterios como restricciones básicas.

1. Para frecuencias entre 1Hz y 10MHz, los niveles de campo deben cumplir las siguientes relaciones:

$$\sum_{I=1\text{Hz}}^{1\text{ MHz}} \frac{E_I}{E_{L,I}} + \sum_{I>1\text{MHz}} \frac{E_I}{a} \leq 1$$

$$\sum_{J=1\text{Hz}}^{150\text{KHz}} \frac{H_J}{H_{L,J}} + \sum_{J>150\text{KHz}} \frac{H_J}{b} \leq 1$$

Donde:

E_i : intensidad de campo eléctrico medido a la frecuencia i

$E_{L,i}$: nivel de referencia de intensidad de campo eléctrico a la frecuencia i

H_j : intensidad de campo magnético medido a la frecuencia j

$H_{L,j}$: nivel de referencia de intensidad de campo magnético a la frecuencia j

$a = 87 \text{ V/m}$ y $b = 5 \text{ A/m}$ ($6.25 \text{ } \mu\text{T}$).

Para considerar los efectos térmicos, pertinentes desde los 100 KHz, se debe cumplir:

$$\sum_{i=100\text{KHz}}^{1\text{MHz}} \left(\frac{E_i}{c}\right)^2 + \sum_{i>1\text{MHz}}^{300\text{GHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}}\right)^2 \leq 1$$

$$\sum_{j=100\text{KHz}}^{150\text{KHz}} \left(\frac{H_j}{d}\right)^2 + \sum_{i>150\text{KHz}}^{300\text{GHz}} \left(\frac{H_j}{H_{L,i}}\right)^2 \leq 1$$

Donde:

E_i : intensidad de campo eléctrico medido a la frecuencia i

$E_{L,i}$: nivel de referencia de intensidad de campo eléctrico a la frecuencia i

H_j : intensidad de campo magnético medido a la frecuencia j

$H_{L,j}$: nivel de referencia de intensidad de campo magnético a la frecuencia j

$c = 87/f^{1/2}$ V/m y $d = 0,73/f$ A/m (f en MHz).

Con las siguientes ecuaciones se establecen valores límites sobre la exposición al público en general, los cuales se resumen en la tabla 12.

La exposición ocupacional no está contemplada en el Real Decreto 1066/2001, pero se adoptan las recomendaciones del ICNIRP sobre exposición ocupacional a campos electromagnéticos. Mencionados en la tabla 11.

4.5. Definir las Regiones de Campo a Medir

Se consideran el punto donde se realiza la medida que se encuentra en zona de campo cercano o de campo lejano. A efectos prácticos y para frecuencias inferiores a 1GHz, si la distancia entre el punto de medida y la antena radiante de la siguiente manera:

1. Si la distancia es mayor que 3λ (siendo λ la longitud de onda de la frecuencia de trabajo), se considera a esta región como campo lejano.
2. Si la distancia es menor a 3λ , se considera a esta región como campo cercano.

Estas regiones de campo se las definen mediante fórmulas matemáticas las cuales las estudiaremos de manera minuciosa en el análisis técnico de esta investigación.

Para el segundo caso mencionado, sería necesario verificar las intensidades de campo eléctrico E (V/m) y magnético H (A/m), a fin de comparar con los valores establecidos, para cada una de estas magnitudes.

Si el punto de medida se encontrase en campo lejano, solo sería necesario medir una de las magnitudes de intensidad de campo, deduciéndose la otra por las expresiones:

$$|E| = |H| \times \eta_o \qquad |H| = \frac{|E|}{\eta_o}$$

$$\eta_o = 337\Omega$$

4.6. Cálculo de Densidad de Potencia para Entornos Complejos

La exposición simultánea a emisiones electromagnéticas de diferentes frecuencias son entornos muy complejos para analizar. Por ejemplo, una persona puede verse sometida al mismo tiempo a emisiones procedentes de una estación base GSM-900, procedentes de una emisora de radio FM y procedentes de una emisora de TV.

Las operadoras de telefonía móvil en un mismo emplazamiento, tienen antenas transmitiendo emisiones de frecuencia 900 MHz (GSM-900), emisiones de frecuencia 1800 MHz (GSM-1800) y emisiones de frecuencia 2000 MHz (UMTS). Debe tenerse en cuenta la suma de los efectos de cada una de estas exposiciones sobre el individuo sometido simultáneamente a todas las emisiones.

La forma de cuantificar la exposición total y el cumplimiento o no con los límites normativos se realiza de la siguiente forma para emisiones simultáneas con frecuencias comprendidas entre 10 MHz y 300 GHz:

Campo Eléctrico:

$$\sum_{i>10\text{MHz}}^{300\text{ GHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1$$

Campo Magnético:

$$\sum_{j>10\text{MHz}}^{300\text{ GHz}} \left(\frac{H_j}{H_{L,j}} \right)^2 \leq 1$$

Densidad de Potencia:

$$\sum_{k>10MHz}^{300\text{ GHz}} \left(\frac{S_k}{S_{L,k}} \right)^2 \leq 1$$

Donde:

E_i : nivel de campo eléctrico (V/m) a la frecuencia “i”.

H_j : nivel de campo magnético (A/m) a la frecuencia “j”.

S_k : nivel de densidad de potencia (W/m^2) a la frecuencia “k”.

$E_{L,i}$: límite para el campo eléctrico (V/m) a la frecuencia “i”.

$H_{L,j}$: límite para el campo magnético (A/m) a la frecuencia “j”.

$S_{L,k}$: límite para la densidad de potencia (W/m^2) a la frecuencia “k”.

4.7. Procedimiento para la Medición de Emisiones de RNI

La Superintendencia de Telecomunicaciones como ente regulador, utiliza equipos de Medición de Radiación Selectiva, diseñados para el análisis de seguridad de altas frecuencias en los campos electromagnéticos y determinar los valores emitidos por las Radiobases celulares, con un límite máximo de exposición promediados a períodos de 6 minutos (0,1 hora) sin riesgo de daño biológico.

4.7.1. Medición

Para hacer una medición, la SUPERTEL recibe una solicitud de medición de alguna Radiobase, por la operadora o comunidad, esta verifica que conste en el registro de la SENATEL, se revisa si contiene datos de la Radiobase, y luego la incluye en el plan de inspección respectiva.

Una vez pasado todo esto, y antes de realizar las mediciones, se revisa que el equipo esté correctamente calibrado de acuerdo a las especificaciones del fabricante, con todos sus accesorios bien colocados, para evitar cualquier error o falla al momento de medir.

El modo que debe estar seleccionado es “Safety Evaluation Modo”, Modo de Evaluación de Seguridad, desarrollado para la evaluación de la exposición de intensidad de campo en un entorno de múltiples frecuencias, que muestra los valores en unidades de intensidad de campo o como un porcentaje de norma de seguridad seleccionada para ciertas bandas de frecuencia o servicios.⁶¹

⁶¹ Narda, Operating Manual SRM -3000 Selective Radiation Meter, p. 7-1

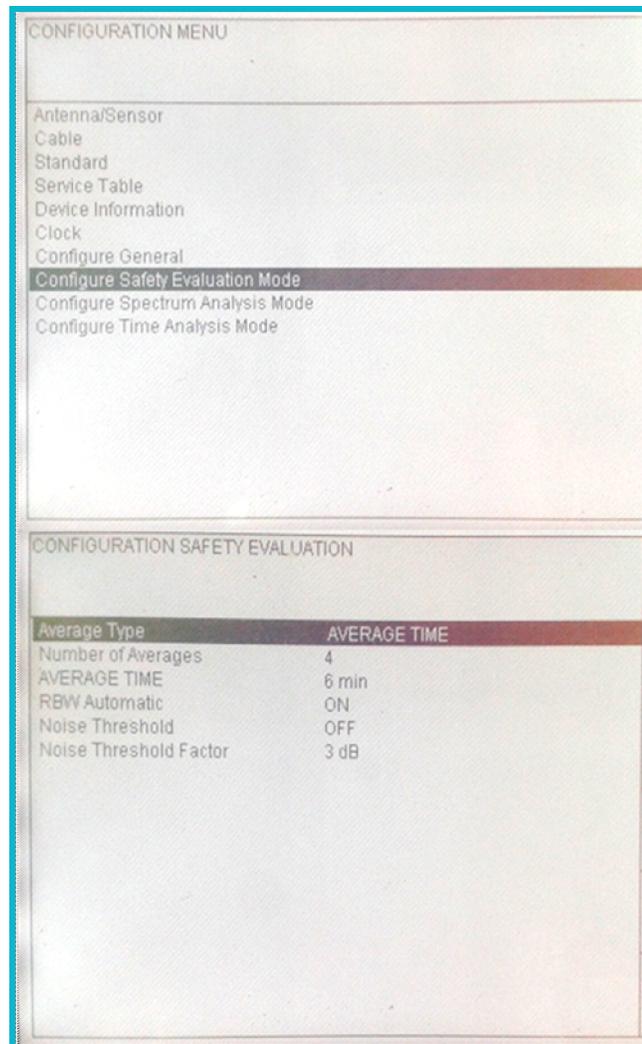


Figura 55. Interfaz de Configuración Safety Evaluation Mode del SRM – 3000
 Elaborado por: Autores

Para esto, en sus parámetros tienen que estar establecidos los límites máximos y mínimos, estar en tiempo promedio de 6 minutos, seleccionadas las unidades en W/m^2 y el tipo de resultado en promedio máximo.

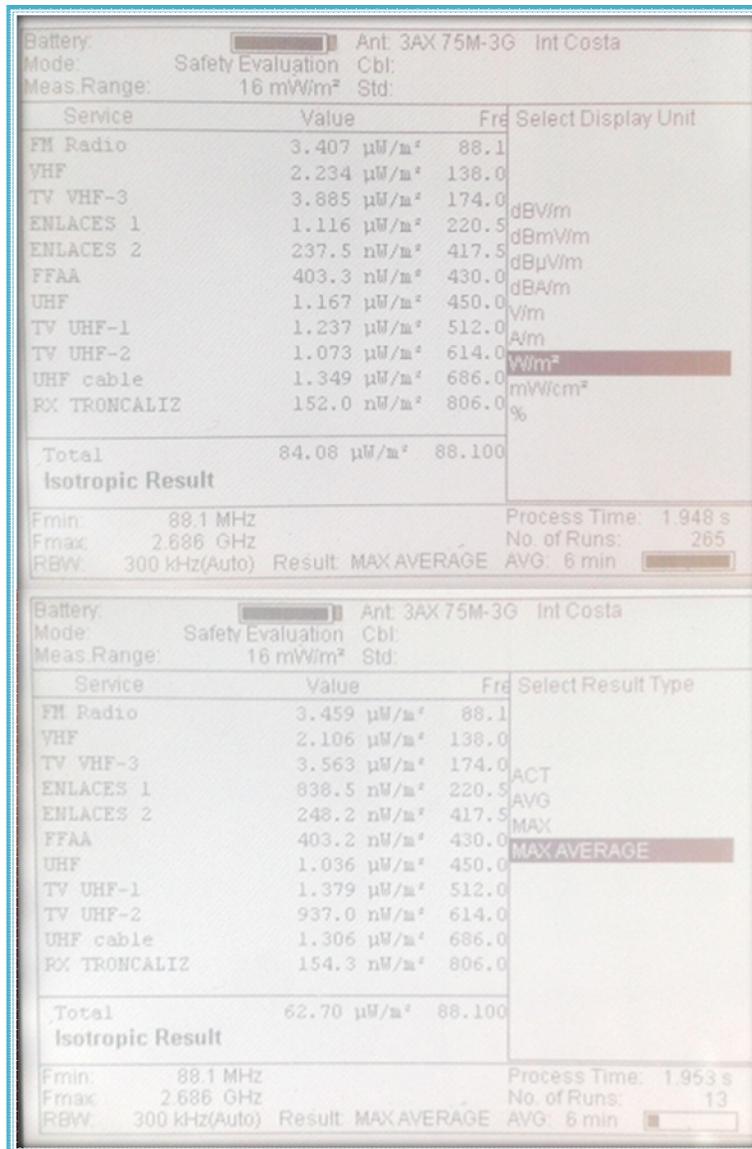


Figura 56. Interfaz de Configuración de Unidades y Tipo de Resultado del SRM – 3000
Elaborado por: Autores

El proceso de medición será aplicado a estaciones radioeléctricas fijas que operen en rangos de 3KHz a 300 GHz, según el artículo 10 de la Resolución 01-01-CONATEL-2005.

Como paso previo a la medición, se inspeccionará de forma visual el lugar a ser medido para encontrar los puntos accesibles donde se pueda efectuar la medición. Para evitar

posibles acoplamiento capacitivos, estos puntos deben estar a una distancia no inferior a 20 cm de cualquier objeto.

Los puntos donde se toman las muestras, se los ubica de acuerdo al límite del cálculo teórico de la zona ocupacional y la zona poblacional, cubriendo un área radial de 30° (siempre y cuando sean físicamente realizables).

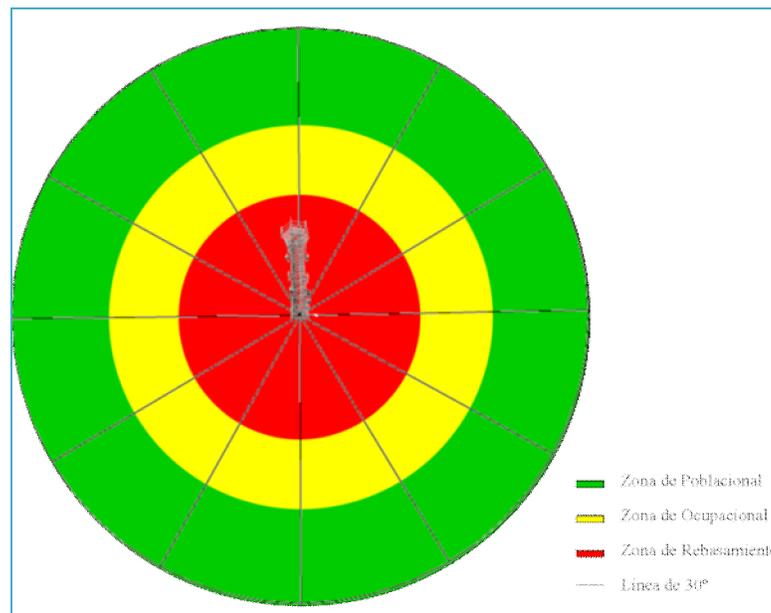


Figura 57. Esquema de Zonas de Exposición
Elaborado por: Autores

En el cálculo del punto de frontera del campo cercano y campo lejano, se toma en cuenta, en el campo lejano, el campo eléctrico o el campo magnético y en el campo cercano el campo eléctrico y el campo magnético, donde el punto máximo de frontera está dado por:

$$\text{Máx } (3\lambda; 2D^2/\lambda)$$

Donde:

D: Es el diámetro de la antena y λ la longitud de onda.

Si el resultado de la medición es superior a los Límites máximos de exposición por estación radioeléctrica, se deberá continuar midiendo hasta encontrar el punto que permitirá cumplir estos límites establecidos en la Recomendación UIT – T K.52 de la UIT. Estas mediciones se las puede realizar tanto a pie como en el vehículo, ya sea desde el equipo o con una laptop que utiliza una aplicación que acompaña al dispositivo de medición llamada SRM-TS, que sirve para el análisis de datos y control remoto del equipo.

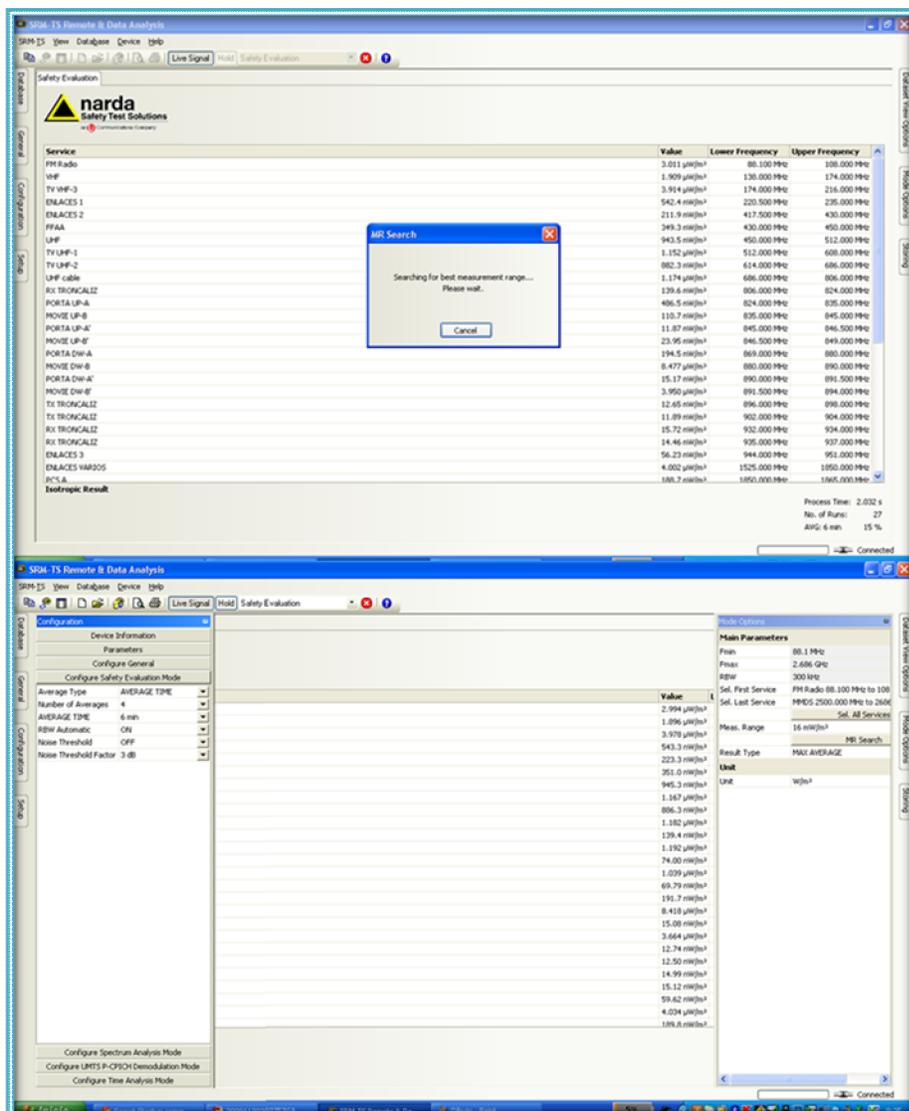


Figura 58. Interfaz SRM – TS para medición por control remoto del SRM-3000
Elaborado por: Autores



Figura 59. Narda SRM – 3000 montado en vehículo con GPS y laptop para control remoto
Elaborado por: Autores

Si los puntos no se ajustan para la medición dadas las características de la instalación y funcionamiento, se podrán determinar otros puntos de medición aclarándolos en el informe final.

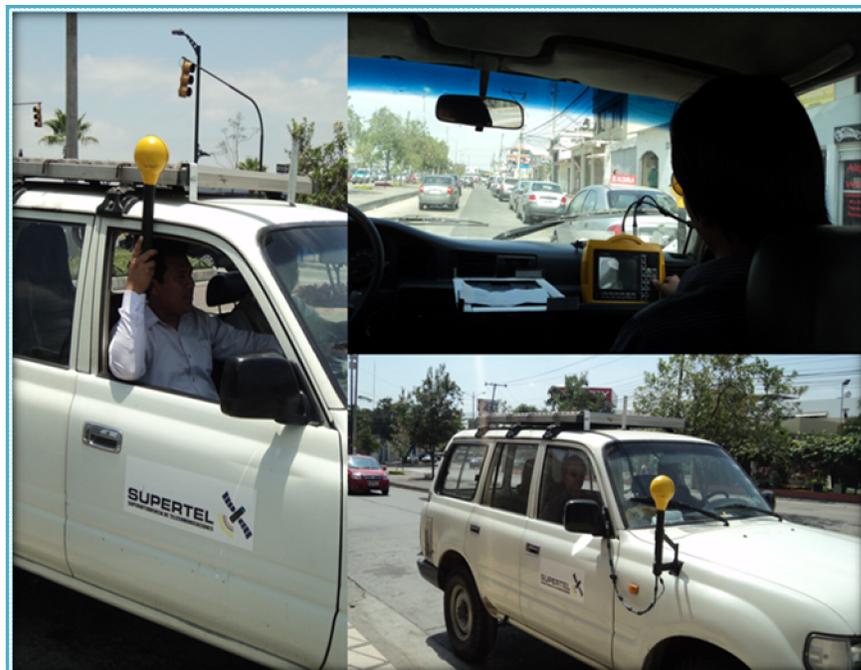


Figura 60. Medición de Radiación No Ionizante en Vehículo
Elaborado por: Autores

En cada punto, la medición establece un tiempo de 6 minutos (según las normas establecidas), el valor visualizado 100% indica que el límite definido en el estándar se ha alcanzado, entonces la grabación en ese punto, se guarda y se prosigue con el siguiente hasta completar un promedio de 12 puntos alrededor de la Zona de Exposición de la Radiobase.

No siempre se consigue tomar la muestra de todos los puntos por la dificultad de acceso al lugar, por lo que siempre se estima tomar la máxima cantidad de puntos posibles. Continuando con el procedimiento, se tomarán fotos para dar una vista panorámica de la Radiobase, además de las coordenadas de cada punto para ser graficadas en google earth y presentadas en el informe.

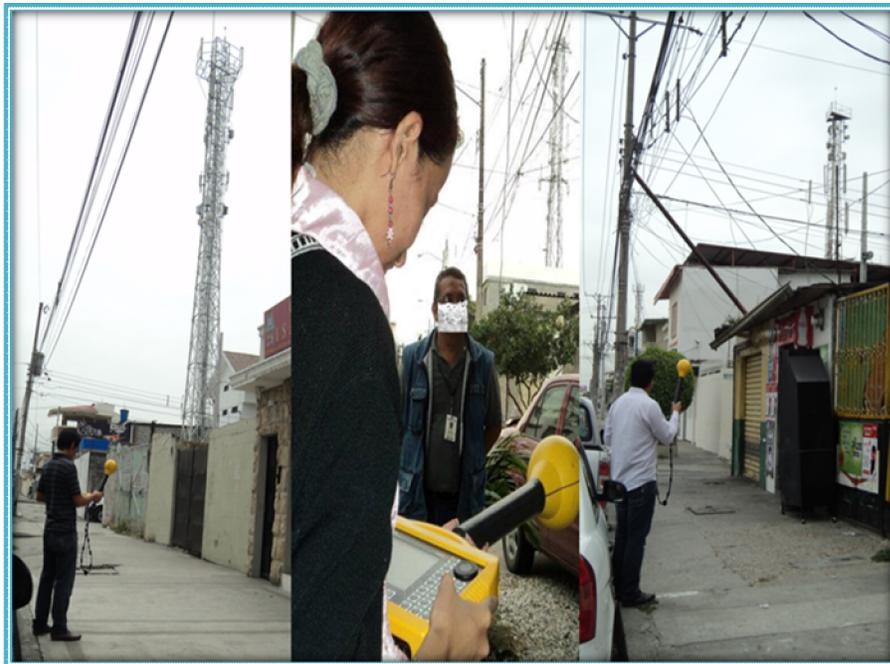


Figura 61. Medición de Radiación No Ionizante en diferentes puntos de la Radiobase
Elaborado por: Autores



Figura 62. Coordenadas de puntos medidos y fotos panorámicas de Radiobase (Belén)
Elaborado por: Autores

4.7.2. Procesamiento de Datos

Para la extracción de los datos, el equipo debe estar conectado de forma remota, para esto se utiliza una laptop con las aplicaciones SRM-TS y SRM-Tools, esta aplicación permite la extracción de datos, además del manejo de configuraciones adicionales. Podremos seleccionar los datos de acuerdo a la fecha y hora de la medición y luego ser exportadas en tablas de Excel para su procesamiento.

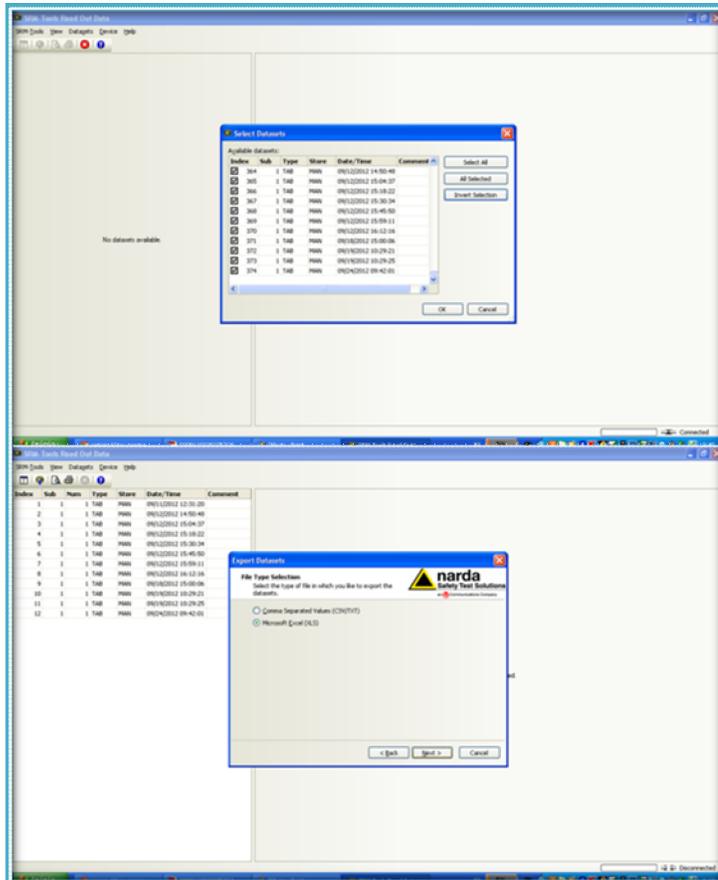


Figura 63. Interfaz SRM-Tools Extracción de Puntos de Medición
Elaborado por: Autores

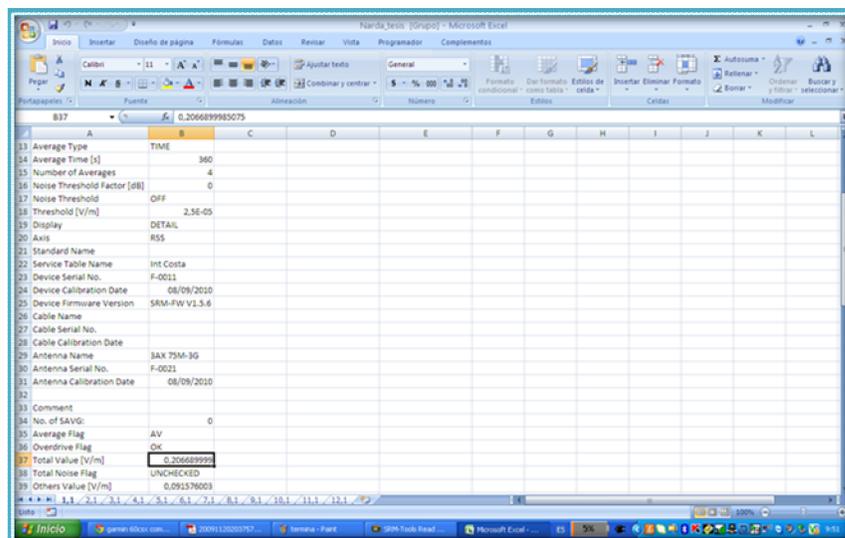


Figura 64. Tablas de Excel con Datos de Medición
Elaborado por: Autores

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS TÉCNICO

5.1. Organización del Sector Ecuatoriano de Telecomunicaciones.

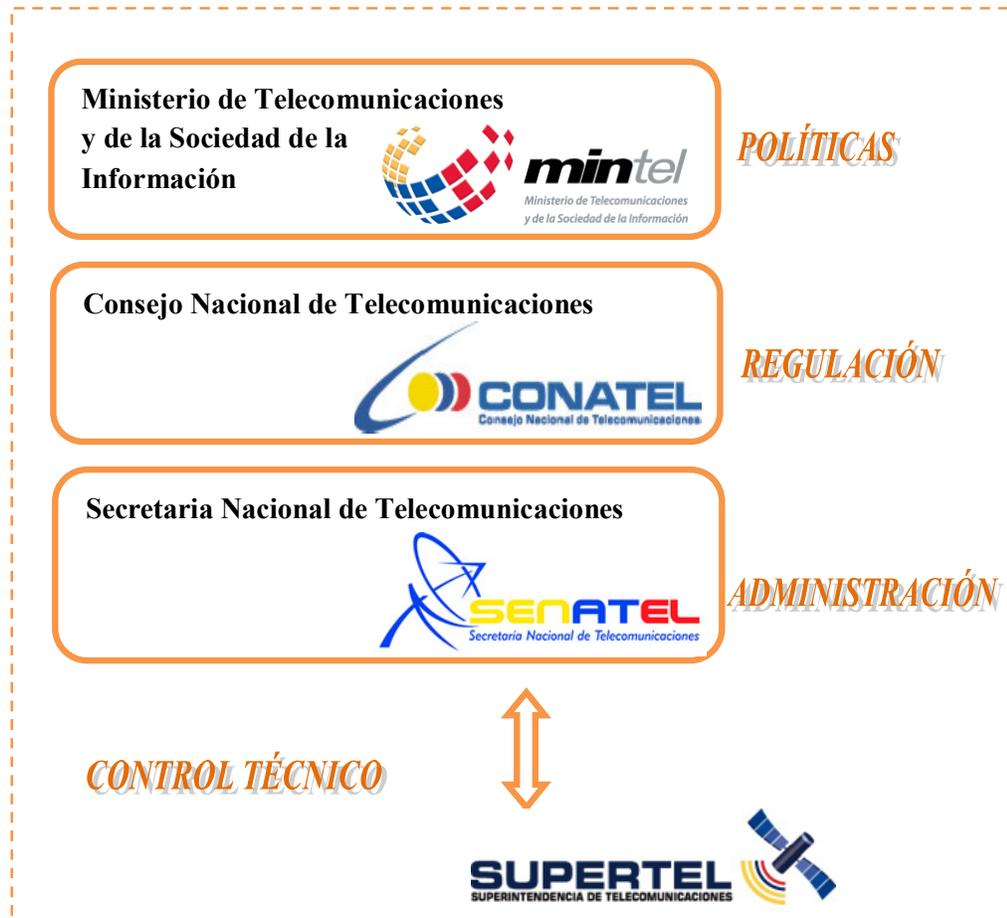


Figura 66. Sector Ecuatoriano de Telecomunicaciones
Elaborado por: Autores

5.1.2. MINTEL

Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL), es el órgano rector del desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación en Ecuador. Emite políticas y planes generales, realizando el seguimiento y la evaluación de su implementación.

5.1.3. CONATEL

Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), es el ente encargado de administrar de manera técnica, el espectro radioeléctrico.

5.1.4. SENATEL

Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL), Promover el desarrollo armónico del sector de las telecomunicaciones, la radio, la televisión y las TIC, mediante la administración y la regulación eficiente del espectro radioeléctrico y los servicios.

5.1.5. SUPERTEL

El control técnico del espectro radioeléctrico está a cargo de la Superintendencia de Telecomunicaciones, la cual el 17 de febrero del año 2004, pone de manifiesto la necesidad de emitir una Norma Técnica de Seguridad para el control de emisiones de radiofrecuencia en Radiobases en el país o de considerarse adecuado, adoptar alguna legislación internacional respecto al tema.

5.2. Norma Técnica de Seguridad para el control en el País

En el Ecuador se adopta la recomendación UIT-T K.52, la finalidad de esta recomendación, es facilitar el cumplimiento, de las instalaciones de telecomunicaciones, de los límites de seguridad cuando existe una exposición de las personas a campos electromagnéticos (EMF). Esta recomendación presenta una orientación general, un método de cálculo y un procedimiento de evaluación de las instalaciones.

El procedimiento de evaluación está basado en los límites de seguridad proporcionados por la ICNIRP (Comisión Internacional sobre protección frente a radiaciones no Ionizantes).

Los valores establecidos por la ICNIRP, son valores cuadráticos medidos (RMS) imperturbados. Para evitar perturbaciones se deben utilizar trípodes no metálicos, separando el equipo de medida del cuerpo del operario.

Si al momento de la medida la estación no emitiera con su máxima potencia autorizada, se efectuará una extrapolación del valor medido, al objeto de obtener el nivel de exposición en ese punto en el supuesto de que dicha estación emitiese a su máxima potencia.

Con la finalidad de garantizar mediciones libres de errores se realizará la puesta a cero del equipo. Se consideraran factores como el tipo de servicio a medir, potencias que pueden ser usadas, polarización de las emisiones, directividad, altura, orientación, inclinación y dimensiones de antenas radiantes y, en general, cualquier aspecto radioeléctrico que pueda condicionar el resultado de la medida.

5.3. Procedimiento para la realización de mediciones de niveles de emisión

5.3.1. Fase previa a las Mediciones

Se reúne toda la información posible acerca de las estaciones radioeléctricas a evaluar y su entorno, identificando la presencia de zonas donde habitualmente puedan permanecer las personas, en la dirección de máxima radiación.

Se considera el punto donde se realiza la medida en que tipo de zona se encuentra, ya sea de campo lejano o cercano.

➤ **Campo Cercano.**

También llamado campo próximo, las características de los campos electromagnéticos varían considerablemente alrededor de la antena. La densidad de potencia media en esta región varía inversamente con la distancia a la antena (D).

Un modelo propuesto para estimar la densidad de potencia en campo cercano es el denominado modelo cilíndrico⁶². Para antenas sectoriales, este modelo cilíndrico podría expresarse matemáticamente:

$$S = \frac{360^\circ}{\theta_{BW-H}} \cdot \frac{P_{IN}}{2\pi \cdot D \cdot L}$$

Donde:

S : densidad de Potencia (W/m^2)

P_{IN} : Potencia neta de entrada a la antena (W)

D : Distancia a la antena o radio cilíndrico (m)

L : Altura de la antena (m)

Θ_{BW-H} : Anchura a 3dB del lóbulo principal en el plano horizontal ($^\circ$)

⁶² Evaluating Compliance with FCC Guidelines for human exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields, p. 32.

➤ **Campo Lejano.**

Se denomina campo lejano a la región alejada de la antena donde la estructura del campo electromagnético se representa en forma de onda plana, y la densidad de potencia disminuye inversamente con la distancia, en esta región se predice la cobertura de una estación base.

$$S = \frac{P_{IN} \cdot G_I}{4\pi \cdot D^2} = \frac{PIRE}{4\pi \cdot D^2}$$

Se calcularán las dos distancias (en metros) para establecer la región de campo cercano y lejano para las cuales la densidad de potencia toma el valor límite. Tendríamos, por tanto:

a. **Distancia límite para campo cercano**

$$S = \frac{360^\circ}{\theta_{BW-H}} \cdot \frac{P_{IN}}{2\pi \cdot S_{LIM}}$$

b. **Distancia límite para campo lejano**

$$D_{LIM-CL} = \sqrt{\frac{P_{IN} \cdot G_I}{4\pi \cdot S_{LIM}}} = \sqrt{\frac{PIRE}{4\pi \cdot S_{LIM}}}$$

En el caso de que el punto de medida estuviese en “campo cercano”, sería necesario verificar las intensidades de campo eléctrico E (V/m) y magnético H (A/m), a fin de

comparar con los valores establecidos, para cada una de estas magnitudes. Si el punto de medida se encontrase en “campo lejano”, solo sería necesario medir una de las magnitudes de intensidad de campo.

5.3.2. Primera Fase de Medida

Se utilizan equipos de medida de banda ancha con sondas isotrópicas que permiten caracterizar ambientes radioeléctricos de forma rápida, aunque no ofrecen información de cada componente espectral.

Para adquirir cada uno de los valores se toma una muestra por segundo durante un período de 6 minutos y después se obtiene el valor promediado en ese período.

Los valores obtenidos se deben comparar con los niveles de decisión. En esta fase los niveles de decisión se calculan restando 6 dB a los niveles de referencia.⁶³

Si el nivel total de exposición electromagnética obtenido está por debajo del nivel de decisión, se puede considerar que el sistema radioeléctrico o la zona de estudio están adaptados a las exigencias del Real Decreto.

Si alguno de los valores obtenidos en el proceso de medida supera los niveles de decisión, deberá procederse a la realización de nuevas mediciones en la Fase-2 o en la Fase-3, en función de las circunstancias que se aprecien en cada caso.

⁶³ Real Decreto 1066/2001

5.3.3. Segunda Fase de Medida

Cuando el nivel obtenido en las medidas de la Fase-1 se acerca al límite legal (1/4 del mismo según el Real Decreto 1066/2001, es decir, 6 dB por debajo) se requiere una evaluación detallada basada en una antena directiva calibrada y un analizador de espectro.

Para medidas en banda estrecha, se deben emplear analizadores de espectro o receptores de banda ancha selectivos en frecuencia. Tienen una mayor sensibilidad, necesitando un mayor tiempo para realizar la medida, utilizando antenas con características radioeléctricas conocidas, como polarización, impedancia de entrada, ganancia y la atenuación del cable entre la antena y el equipo de medida.

Las medidas se realizarán en la banda de frecuencias comprendida entre 9kHz y 3GHz y consistirán en determinar todas las componentes espectrales significativas.

Una vez obtenido el nivel de cada componente espectral se deberá calcular la magnitud adecuada para su comparación con los límites de exposición.

5.3.4. Tercera Fase de Medida

Cuando no sea posible realizar las medidas en campo lejano, o las fuentes emisoras se encuentren operando fuera del rango de frecuencias inferiores a 9kHz o superiores a 3GHz, se realizarán las medidas contempladas en esta fase.

Requerirá un análisis exhaustivo de las emisiones, la utilización del equipamiento de medida apropiado para cada caso y se realizarán medidas de las magnitudes necesarias a fin de documentar técnicamente cada una de las fuentes emisoras y verificar que sus niveles de intensidades de campo eléctrico y magnético presentan valores fácilmente comparables con los niveles de referencia.

5.4. Detalles de Radiobases en el Ecuador

5.4.1. Radiobases CONECEL S.A.

A finales del año mil novecientos noventa y tres CONECEL S.A. se establece en el Ecuador como la primera empresa en brindar el servicio de telefonía móvil.

Apoyándose de la tecnología pionera en ese entonces que hace posible la comunicación conocida como AMPS/TDMA, en el Ecuador se instalaron a final del año dos mil dos un total de doscientas once Radiobases. A principios del año dos mil tres la operadora CONECEL S.A. pone de manifestó el uso de una tecnología conocida como GSM 850 las cuales fueron instaladas en el país un total de ciento ochenta y nueve Radiobases finalizando este año.

El apogeo de esta nueva tecnología conocida como GSM iba creciendo exponencialmente. Logrando de esta manera instalar en el Ecuador entre los años dos mil cuatro y dos mil seis un total de ochocientos diecinueve Radiobases con tecnología GSM 850. En estos tres años no se realizó ningún cambio de instalación para Radiobases con tecnología AMPS/TDMA.

En el año dos mil siete se comenzaron migrar de tecnología de AMPS/TDMA a GSM 850. En este año se desinstalaron catorce Radiobases que trabajan con el servicio de AMPS/TDMA.

En este mismo año se instalaron ciento ochenta y un Radiobases con tecnología GSM 850, para este tiempo la evolución del GSM no se hizo esperar y nos encontramos la tecnología GSM 1900 donde se instalaron trescientas once Radiobases.

En el año dos mil ocho, desaparece completamente la tecnología AMPS/TDMA y con ella aparece una tecnología de nueva generación llama UMTS la cual en el Ecuador se instalaron un total de cuatrocientos nueve Radiobases. De la misma forma GSM 850 y GSM 1900 se instalaron un total de trescientos setenta y seis Radiobases

Entre los años dos mil nueve y dos mil once se instalaron en el Ecuador un total de cuatrocientas setenta y ocho Radiobases de tecnología GSM 850, quinientas treinta y nueve Radiobases con tecnología GSM 1900 y quinientas ochenta y cuatro Radiobases con tecnología UMTS.

Hasta el año dos mil once en el Ecuador se han instalados un total de mil ochocientos tres Radiobases con tecnología GSM 850, mil noventa Radiobases con tecnología GSM 1900, y novecientas treinta y tres Radiobases con tecnología UMTS. Estableciendo un total de tres mil ochocientos ochenta y seis Radiobases en el Ecuador por parte de la operadora CONECEL S.A.

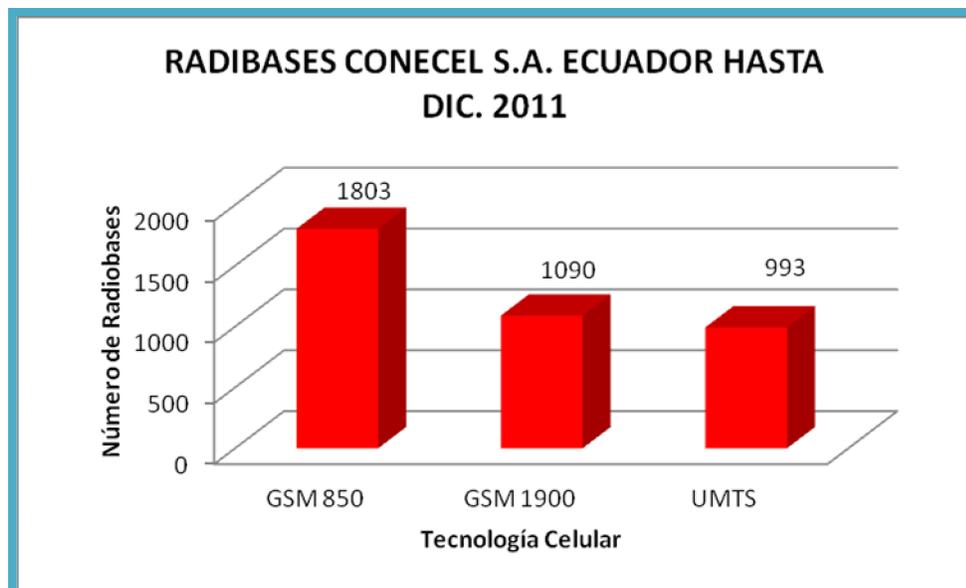


Figura 67. Radiobases en el Ecuador Conecel S.A.
Elaborado por: Autores

A continuación en la siguiente gráfica se muestran la cantidad de Radiobases ubicadas en la provincia del Guayas desde el año dos mil tres hasta el año dos mil once.

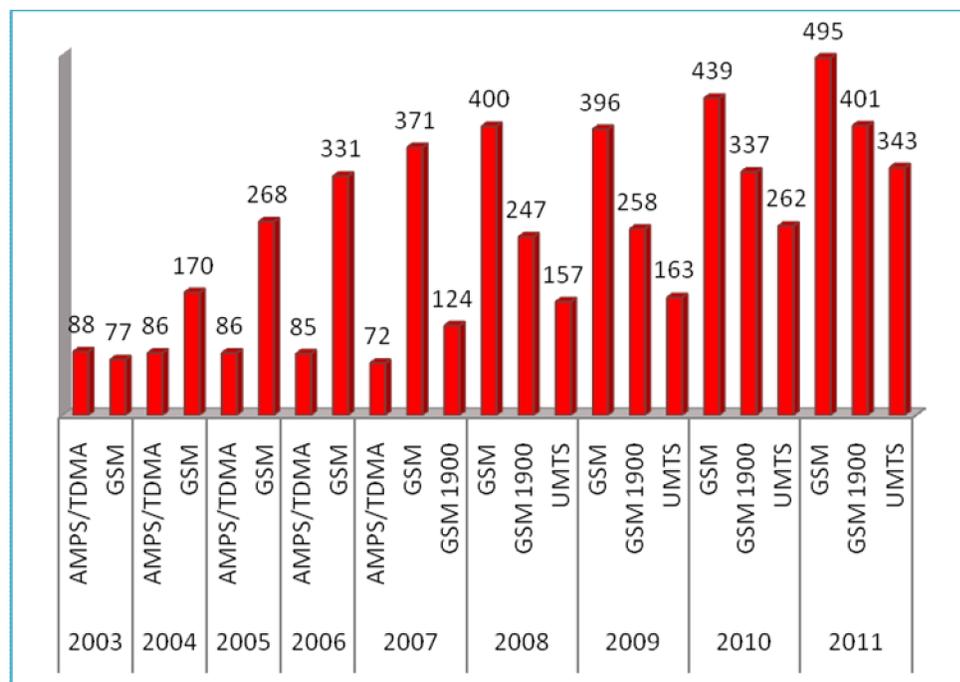


Figura 68. Radiobases Provincia del Guayas Conecel S.A.
Elaborado por: Autores

5.4.2. Radiobases OTECEL S.A.

En el período del año mil novecientos noventa y tres hasta inicios del año dos mil tres la empresa OTECEL S.A. Tenía la cantidad de doscientos veinte y un antenas de Radiobases instaladas en el Ecuador, las cuales operaban con la tecnología AMPS/TDMA.

A comienzos del año dos mil tres la empresa OTECEL S.A., optó por ofrecer el servicio de CDMA 850, instalando una cantidad de doscientas catorce antenas para este servicio.

En el año dos mil cuatro se mantuvieron con misma cantidad de Radiobases en el servicio de AMPS/TDMA, tan solo se realizó un incremento de seis Radiobases para la tecnología CDMA 850.

Entre los años dos mil cinco y dos mil siete se mantienen en el número de Radiobases para la tecnología AMPS/TDMA de igual manera con la tecnología CDMA 850. En el año dos mil siete la operadora OTECEL S.A ofrece a su usuarios una nueva tecnología conocida como GSM 1900 en donde en el Ecuador se instalaron un total de ciento cuatro Radiobases.

Para el dos mil ocho las Radiobases que trabajaban con la Tecnología AMPS/TDMA migran a los servicios de nueva generación. En este año se instalaron doscientas diecisiete Radiobases con tecnología GSM 850 Y dieciocho Radiobases con tecnología GSM 1900.

En el año dos mil nueve llega una nueva tecnología UMTS 850 en donde se instalaron un total de doscientos veinte tres Radiobases. En este mismo año se instalaron un total ciento ochenta y tres Radiobases para la tecnología GSM 850 y ciento veinte cinco Radiobases para la tecnología GSM 1900

Entre los años dos mil diez y dos mil once se instalaron un total de doscientos treinta y siete Radiobases de tecnología GSM 850, cuatrocientas sesenta y un Radiobases para la tecnología GSM 1900 y cuatrocientas cuarenta y nueve Radiobases de tecnología UMTS 850.

Hasta el año dos mil once en el Ecuador se han instalados un total de doscientas diecinueve Radiobases con tecnología CDMA 850, doce mil cuarenta y siete Radiobases con tecnología GSM 850, seiscientos ocho Radiobases con tecnología GSM 1900 y seiscientos setenta y dos Radiobases con tecnología UMTS 850. Estableciendo un total de dos mil setecientos cuarenta y seis Radiobases en el Ecuador por parte de la operadora OTECEL S.A.

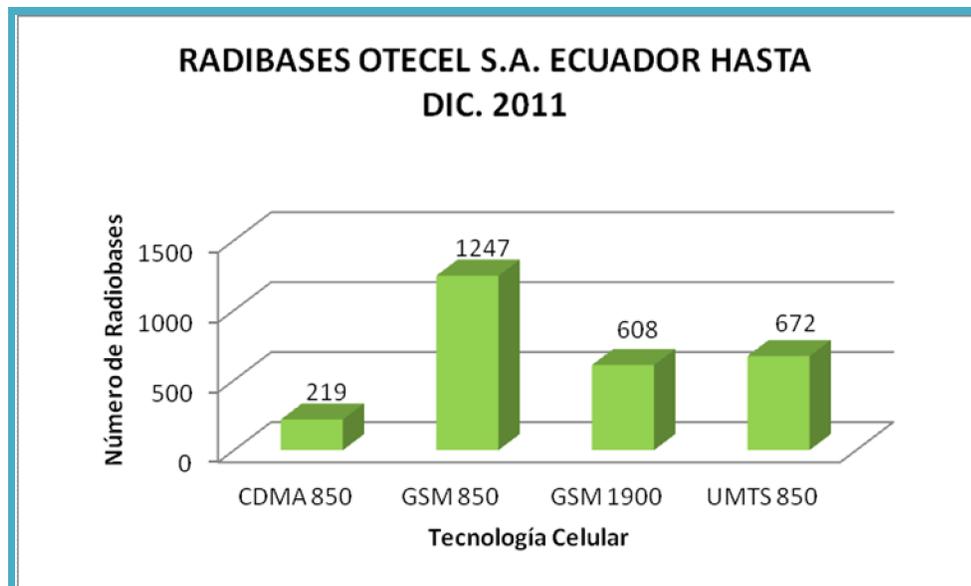


Figura 69. Radiobases en el Ecuador Otecel S.A.
Elaborado por: Autores

A continuación en la siguiente gráfica se muestran la cantidad de Radiobases ubicadas en la provincia del Guayas desde el año dos mil tres hasta el año dos mil once.

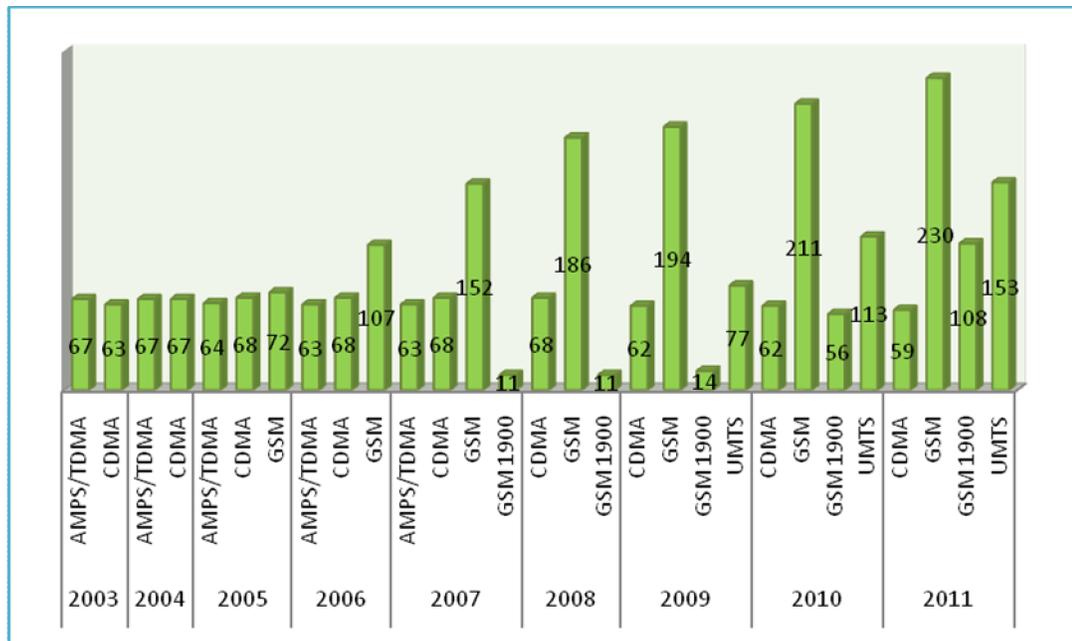


Figura 70. Radiobases Provincia del Guayas Otecel S.A.

Elaborado por: Autores

5.4.3. Radiobases CNT E.P

La empresa de telefonía móvil celular pública a partir del año dos mil tres empezó a ofrecer a sus usuarios el servicio de CDMA hasta el año dos mil once se han mantenido con esta tecnología. Logrando instalar en el Ecuador un total de doscientos veinte y ocho Radiobases.

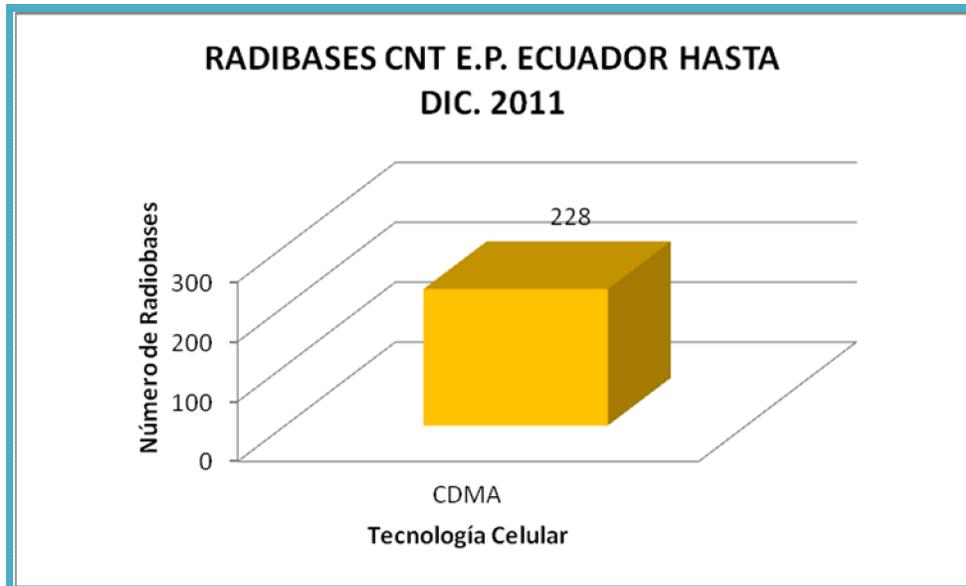


Figura 71. Radiobases en el Ecuador CNT E.P.
Elaborado por: Autores

Actualmente en la provincia del Guayas consta con las siguientes Radiobases instaladas con la tecnología CDMA.

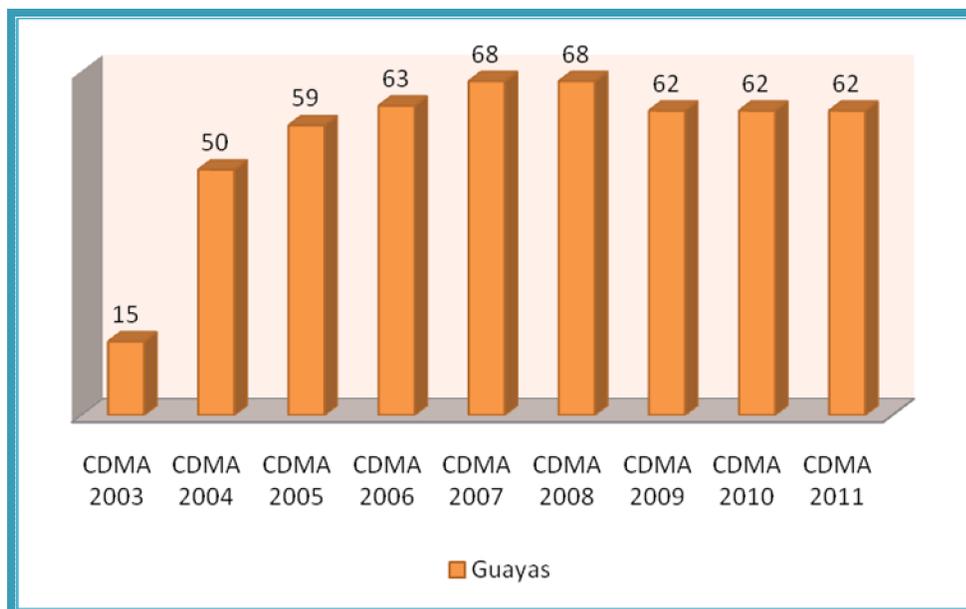


Figura 72. Radiobases Provincia del Guayas CNT E.P.
Elaborado por: Autores

5.4.4. Frecuencias Asignadas a Operadoras

Las Operadoras de acuerdo a sus contratos de Concesión, se rigen por diferentes bandas de frecuencia.

- CONECEL S.A. (CLARO), funciona en la banda A - A' - E'.
- OTECEL S.A. (MOVISTAR), que funciona en la banda B -B'- D - D'.
- TELECSA S.A. (Alegro PCS), que funciona en la banda C-C' - F - F'.

CONCESIONARIA	LÍMITE INFERIOR (MHz)	LÍMITE SUPERIOR (MHz)
CONECEL S.A.	824	835
	845	846.5
	869	880
	890	891.5
OTECCEL S.A.	835	845
	846.5	849
	880	890
	891.5	894
CNT E.P.	1890	1895
	1895	1910
	1970	1975
	1975	1990

Tabla 13. Frecuencias Asignadas a las Concesionarias
Elaborado por: Autores

5.5. Evaluación de la Densidad de Potencia

En el siguiente análisis, tomamos como referencia solo una Radiobase de cada Operadora (ya que el número total de estas era excesivamente grande, ver Anexo 6), para mostrar sus datos referenciales (Empresa, dirección, Nombre, Ubicación), niveles de densidad de potencia e intensidad de campo electromagnético.

5.5.1. Análisis de la Densidad de Potencia CONECEL S.A.

En la Radiobase Bolona, a cierta distancia de una serie de antenas transmisoras de servicios de radiocomunicaciones, se miden algunas emisiones, en la cual se promediarán los valores de densidad de potencia que fueron tomados por el medidor selectivo SRM-3000.

Empresa	CONECEL S.A.			
Dirección	Av. Carlos Plaza Dañin Cdla. Kennedy, MZ 48 Solar 06			
<i>Ubicación del Sitio</i>				
Radiobase	BOLONA			
Provincia	Cantón	Ciudad	Latitud	Longitud
Guayas	Guayaquil	Guayaquil	02°10'17.02" S	79°53'51.74" W

Tabla 14. Radiobase Bolona CONECEL S.A.

Fuente: SUPERTEL

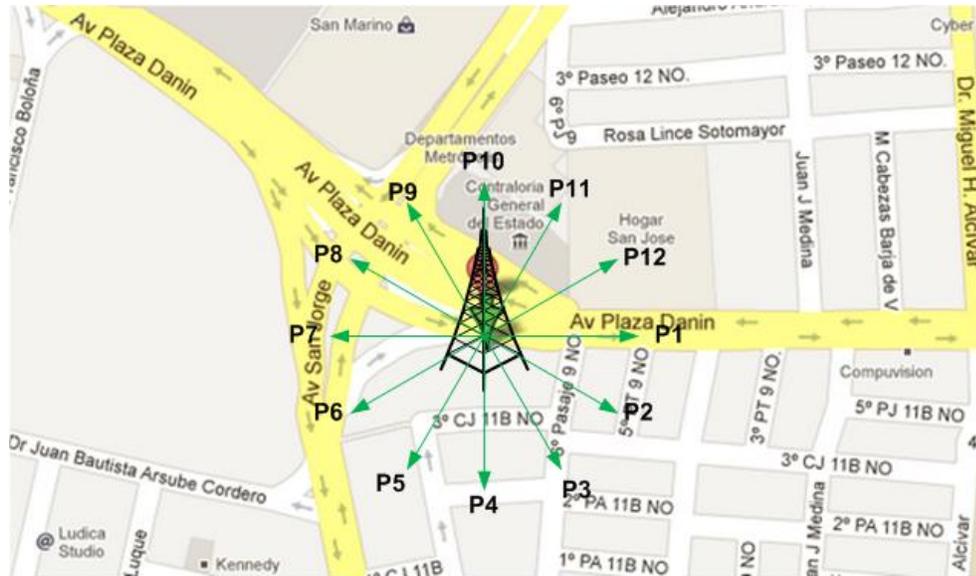


Figura 74. Puntos de Referencia cada (30°) Radiobase Bolona
Elaborado por: Autores

A continuación graficamos los datos obtenidos a partir de la tabla 14 presentando los valores promedios de densidad de potencia para cada uno de los servicios medidos.

NOMBRE DEL SERVICIO	FRECUENCIA MÍNIMA [MHz]	FRECUENCIA MÁXIMA [MHz]	DENSIDAD DE POTENCIA [W/m²]
FM Radio	88100000	108000000	4,4242E-05
VHF	138000000	174000000	2,4246E-06
TV VHF-3	174000000	216000000	5,6233E-05
UHF	450000000	512000000	6,0187E-06
TV UHF-1	512000000	608000000	3,9252E-05
TV UHF-2	614000000	686000000	7,2168E-05
UHF cable	686000000	806000000	5,4007E-06
PORTA UP-A	824000000	835000000	1,1092E-07
MOVIE UP-B	835000000	845000000	1,3803E-07
PORTA UP-A'	845000000	846500000	2,6406E-08
MOVIE UP-B'	846500000	849000000	2,6104E-08
PORTA DW-A	869000000	880000000	0,0011527
MOVIE DW-B	880000000	890000000	5,054E-05
PORTA DW-A'	890000000	891500000	6,5766E-05

NOMBRE DEL SERVICIO	FRECUENCIA MÍNIMA [MHz]	FRECUENCIA MÁXIMA [MHz]	DENSIDAD DE POTENCIA [W/m ²]
MOVIE DW-B'	891500000	894000000	1,3184E-05
PCS A	1850000000	1865000000	2,7953E-07
PCS D PORTA	1865000000	1870000000	9,8027E-08
PCS B	1870000000	1885000000	2,8135E-07
PCS E MOVIE	1885000000	1890000000	9,9627E-08
PCS F TELECSA	1890000000	1895000000	1,0064E-07
PCS C TELECSA	1895000000	1910000000	3,0058E-07
PCS A'	1930000000	1945000000	3,0188E-07
PCS D' PORTA	1945000000	1950000000	1,9318E-05
PCS B'	1950000000	1965000000	4,6634E-06
PCS E' MOVIE	1965000000	1970000000	0,00046479
PCS F' TELECSA	1970000000	1975000000	2,3692E-07
PCS C' TELECSA	1975000000	1990000000	0,00051787

Tabla 15. Densidad de Potencia Medida en cada Banda de Frecuencia

Fuente: SUPERTEL

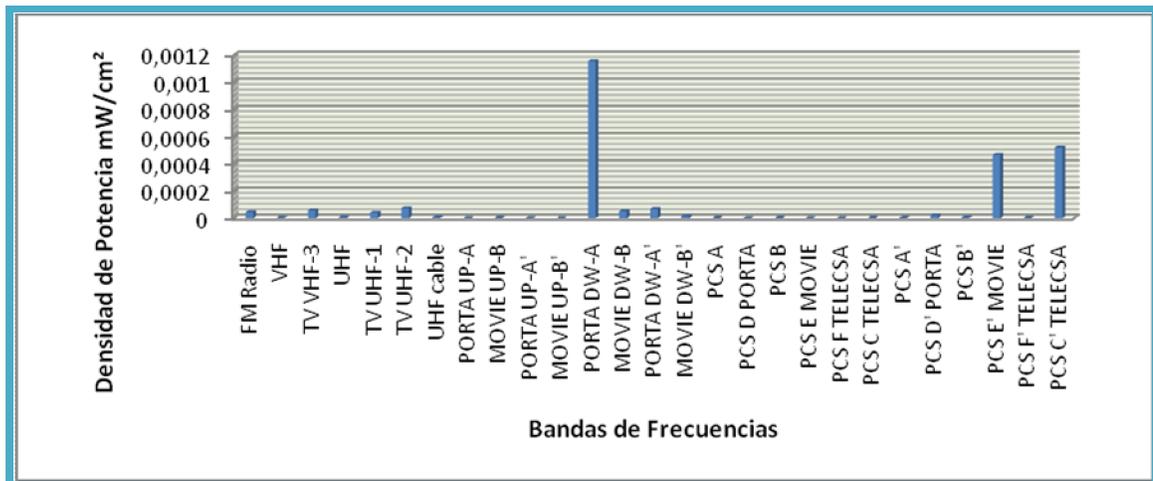


Figura 75. Niveles de Densidad de Potencia Medido en la Radiobase Bolona

Elaborado por: Autores

A partir de la tabla 15 la evaluación del nivel de exposición total en un determinado punto del espacio debe realizarse mediante una suma de exposiciones ponderada según el límite respectivo a cada frecuencia.

PUNTO DE MEDICIÓN	UBICACIÓN		FRECUENCIAS MHz		DENSIDAD DE POTENCIA
	Latitud	Longitud	Máxima	Mínima	(w/m ²)
Pto. 1	02 10 17.1 S	79 53 52.2 W	2686	88,1	0,0025898
Pto. 2	02 10 17.0 S	79 53 51.7 W	2686	88,1	0,0042496
Pto. 3	02 10 16.8 S	79 53 50.4 W	2686	88,1	0,0018553
Pto. 4	02 10 17.2 S	79 53 49.8 W	2686	88,1	0,0019887
Pto. 5	02 10 18.2 S	79 53 49.8 W	2686	88,1	0,004069
Pto. 6	02 10 19.3 S	79 53 49.8 W	2686	88,1	0,0050689
Pto. 7	02 10 19.1 S	79 53 54.5 W	2686	88,1	0,0064789
Pto. 8	02 10 19.8 S	79 53 52.6 W	2686	88,1	0,00079119
Pto. 9	02 10 18.7 S	79 53 50.1 W	2686	88,1	0,002179
Pto. 10	02 10 19.1 S	79 53 51.6 W	2686	88,1	0,00089409
Pto. 11	02 10 18.9 S	79.53 54 9 W	2686	88,1	0,0014552
Pto. 12	02 10 17.0 S	79 53 53.9 W	2686	88,1	0,00090861

Tabla 16. Densidad de Potencia Medida en la Radiobase Bolona

Fuente: SUPERTEL

Presentamos los valores de densidad de potencia promediado en cada uno de los doce puntos que se efectuó la medición. En el siguiente gráfico se indica los puntos con el mayor nivel de densidad potencia.

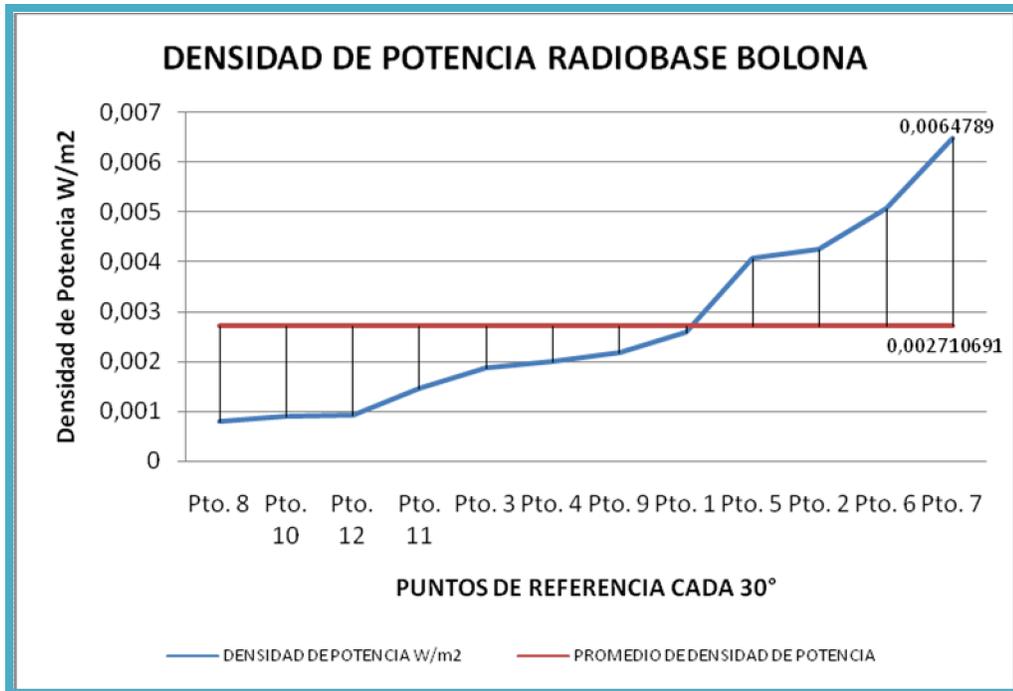


Figura 76. Densidad de Potencia Promedio en la Radiobase Bolona
Elaborado por: Autores

5.5.2. Análisis de la Densidad de Potencia OTECEL S.A.

En la Radiobase Cdlaurdenor, se midieron algunas emisiones, en la cual se promediaran los valores de densidad de potencia que fueron tomados por el medidor selectivo SRM-3000.

Empresa	OTECEL S.A.			
Dirección	Cdla. Urdenor 1, Mz. 126, Solar 2, Av. 8 N-O			
<i>Ubicación del Sitio</i>				
Radiobase	CDLAURDENOR			
Provincia	Cantón	Ciudad	Latitud	Longitud
Guayas	Guayaquil	Guayaquil	02°08'40.20" S	79°54'09.70" W

Tabla 17. Radiobase Cdlaurdenor OTECEL S.A.
Fuente: SUPERTEL

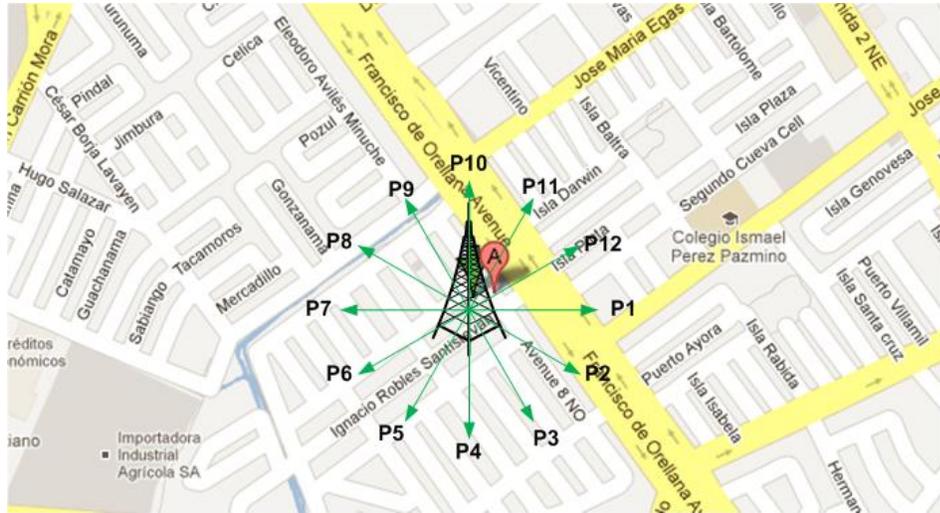


Figura 77. Puntos de Referencia cada (30°) Radiobase Cdlaurdenor
Elaborado por: Autores

A continuación graficamos los datos obtenidos a partir de la tabla 17 presentando los valores promedios de densidad de potencia para cada uno de los servicios medidos.

NOMBRE DEL SERVICIO	FRECUENCIA MÍNIMA [MHz]	FRECUENCIA MÁXIMA [MHz]	DENSIDAD DE POTENCIA [W/m²]
FM Radio	88100000	108000000	2,6048E-05
VHF	138000000	174000000	2,2347E-06
TV VHF-3	174000000	216000000	5,0226E-06
UHF	450000000	512000000	1,2177E-06
TV UHF-1	512000000	608000000	3,5658E-06
TV UHF-2	614000000	686000000	6,8294E-06
UHF cable	686000000	806000000	2,7533E-06
PORTA UP-A	824000000	835000000	1,0578E-07
MOVIE UP-B	835000000	845000000	1,0888E-07
PORTA UP-A'	845000000	846500000	1,4389E-08
MOVIE UP-B'	846500000	849000000	3,3696E-08
PORTA DW-A	869000000	880000000	0,0015222
MOVIE DW-B	880000000	890000000	9,1839E-05
PORTA DW-A'	890000000	891500000	0,00078513
MOVIE DW-B'	891500000	894000000	7,4896E-05
PCS A	1850000000	1865000000	3,3784E-07
PCS D PORTA	1865000000	1870000000	9,0742E-08
PCS B	1870000000	1885000000	2,8321E-07
PCS E MOVIE	1885000000	1890000000	7,4524E-07

NOMBRE DEL SERVICIO	FRECUENCIA MÍNIMA [MHz]	FRECUENCIA MÁXIMA [MHz]	DENSIDAD DE POTENCIA [W/m ²]
PCS F TELECSA	1890000000	1895000000	9,6219E-08
PCS C TELECSA	1895000000	1910000000	2,9354E-07
PCS A'	1930000000	1945000000	2,9466E-07
PCS D' PORTA	1945000000	1950000000	3,5475E-07
PCS B'	1950000000	1965000000	8,1347E-07
PCS E' MOVIE	1965000000	1970000000	0,0019685
PCS F' TELECSA	1970000000	1975000000	1,6111E-06
PCS C' TELECSA	1975000000	1990000000	4,0007E-06

Tabla 18. Densidad de Potencia Medida en cada Banda de Frecuencia
Fuente: SUPERTEL

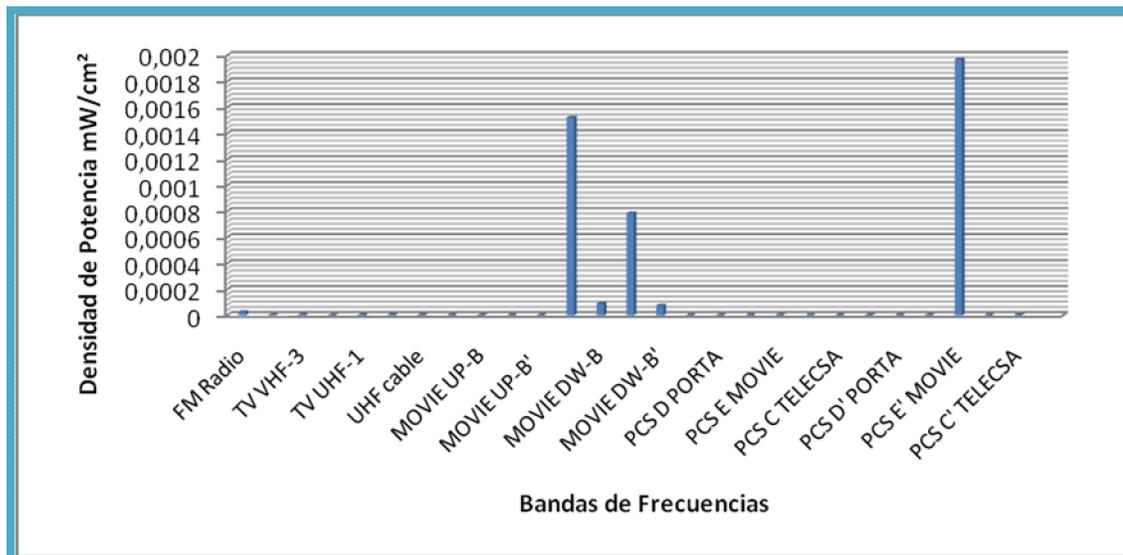


Figura 78. Niveles de Densidad de Potencia Medido en la Radiobase Cdlaudenor
Elaborado por: Autores

A partir de la tabla 18 la evaluación del nivel de exposición total en un determinado punto del espacio debe realizarse mediante una suma de exposiciones ponderada según el límite respectivo a cada frecuencia.

PUNTO DE MEDICIÓN	UBICACIÓN		FRECUENCIAS MHz		DENSIDAD DE POTENCIA
	Latitud	Longitud	Máxima	Mínima	(w/m ²)
Pto. 1	02 08 40.3 S	79 54 09.9 W	2686	88,1	0,0045521
Pto. 2	02 08 40.2 S	79 54 09.2 W	2686	88,1	0,00029933
Pto. 3	02 08 39.5 S	79 54 09.3 W	2686	88,1	0,00039642
Pto. 4	02 08 39.0 S	79 54 09.9 W	2686	88,1	0,00050255
Pto. 5	02 08 40.7 S	79 54 11.0 W	2686	88,1	0,0004586
Pto. 6	02 08 41.8 S	79 54 12.4 W	2686	88,1	0,0014256
Pto. 7	02 08 42.2 S	79 54 12.9 W	2686	88,1	0,00026951
Pto. 8	02 08 42.5 S	79 54 12.7 W	2686	88,1	0,00034678
Pto. 9	02 08 43.1 S	79 54 12.1 W	2686	88,1	0,00050036
Pto. 10	02 08 40.9 S	79 54 08.6 W	2686	88,1	0,0063225
Pto. 11	02 08 42.0 S	79 54 10.3 W	2686	88,1	0,0015277
Pto. 12	02 08 42.9 S	79 54 11.8 W	2686	88,1	0,0021874

Tabla 19. Densidad de Potencia Medida en la Radiobase Cdlaurdenor

Fuente: SUPERTEL

Presentamos los valores de densidad de potencia promediado en cada uno de los doce puntos que se efectuó la medición. En el siguiente gráfico se indica los puntos con el mayor nivel de densidad potencia.

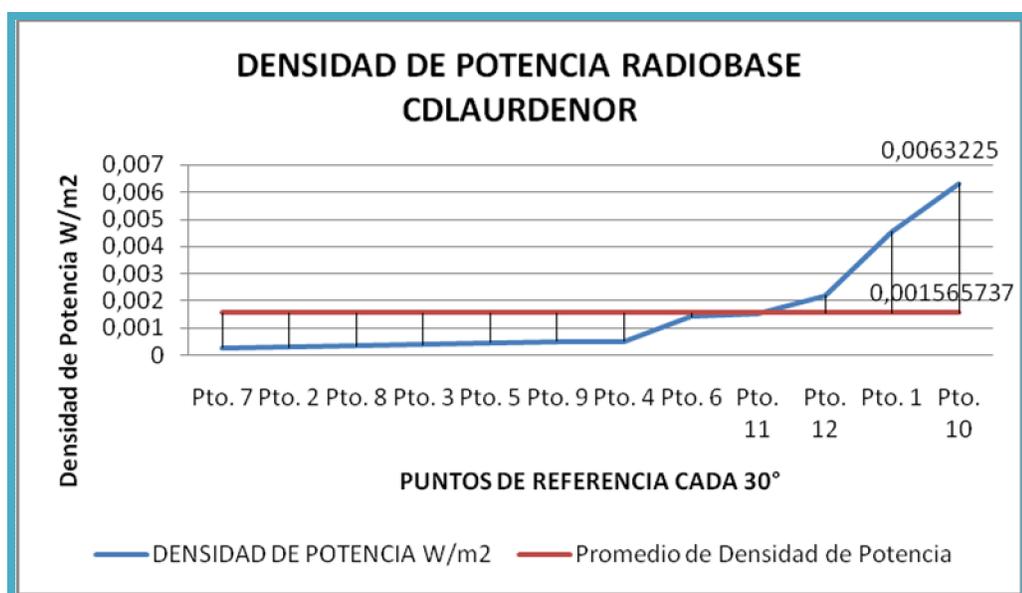


Figura 79. Densidad de Potencia Promedio en la Radiobase Cdlaurdenor

Elaborado por: Autores

5.5.3. Análisis de la Densidad de Potencia CNT E.P.

En la Radiobase Cdlaurdenor, se midieron algunas emisiones, en la cual se promediarán los valores de densidad de potencia que fueron tomados por el medidor selectivo SRM-3000.

Empresa	CNT E.P.			
Dirección	Colinas de la Alborada Mz. 777 V.26			
<i>Ubicación del Sitio</i>				
Radiobase	BELEN			
Provincia	Cantón	Ciudad	Latitud	Longitud
Guayas	Guayaquil	Guayaquil	02°70'20.20" S	79°54'40.90" W

Tabla 20. Radiobase Cdlaurdenor CNT E.P.
Fuente: SUPERTEL

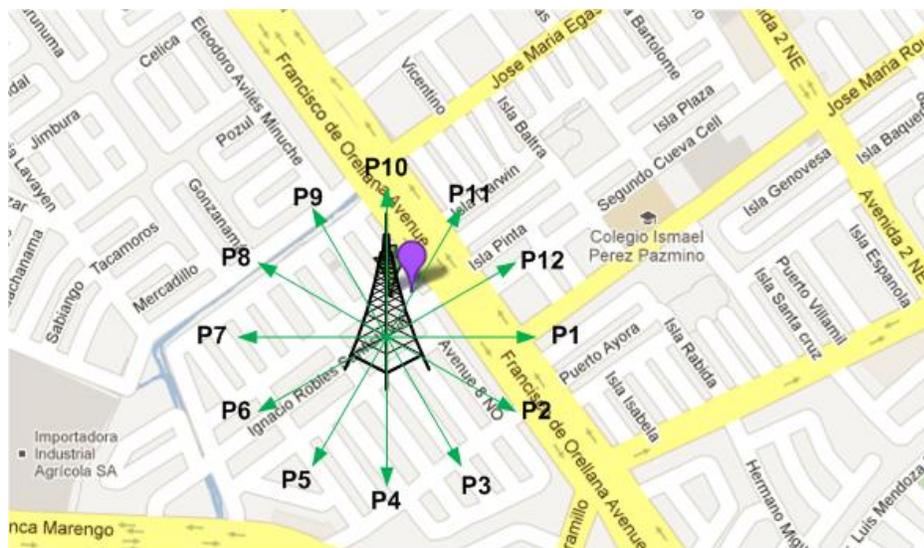


Figura 80. Puntos de Referencia cada (30°) Radiobase Belen
Elaborado por: Autores

A continuación graficamos los datos obtenidos a partir de la tabla 17 presentando los valores promedios de densidad de potencia para cada uno de los servicios medidos.

NOMBRE DEL SERVICIO	FRECUENCIA MÍNIMA [MHz]	FRECUENCIA MÁXIMA [MHz]	DENSIDAD DE POTENCIA [W/m²]
FM Radio	88100000	108000000	4,4195E-05
VHF	138000000	174000000	2,3441E-06
TV VHF-3	174000000	216000000	2,2839E-06
UHF	450000000	512000000	1,8716E-06
TV UHF-1	512000000	608000000	1,8775E-06
TV UHF-2	614000000	686000000	1,54E-06
UHF cable	686000000	806000000	4,5898E-06
PORTA UP-A	824000000	835000000	2,862E-07
MOVIE UP-B	835000000	845000000	9,8938E-08
PORTA UP-A'	845000000	846500000	1,43E-08
MOVIE UP-B'	846500000	849000000	2,3927E-08
PORTA DW-A	869000000	880000000	0,0018419
MOVIE DW-B	880000000	890000000	5,8796E-06
PORTA DW-A'	890000000	891500000	4,721E-05
MOVIE DW-B'	891500000	894000000	2,2646E-07
PCS A	1850000000	1865000000	2,7292E-07
PCS D PORTA	1865000000	1870000000	8,9308E-08
PCS B	1870000000	1885000000	2,901E-07
PCS E MOVIE	1885000000	1890000000	1,0722E-07
PCS F TELECSA	1890000000	1895000000	1,0083E-07
PCS C TELECSA	1895000000	1910000000	3,0139E-07
PCS A'	1930000000	1945000000	2,9878E-07
PCS D' PORTA	1945000000	1950000000	1,3336E-07
PCS B'	1950000000	1965000000	5,0229E-07
PCS E' MOVIE	1965000000	1970000000	0,00042152
PCS F' TELECSA	1970000000	1975000000	1,807E-06
PCS C' TELECSA	1975000000	1990000000	5,4595E-07

Tabla 21. Densidad de Potencia Medida en cada Banda de Frecuencia

Fuente: SUPERTEL

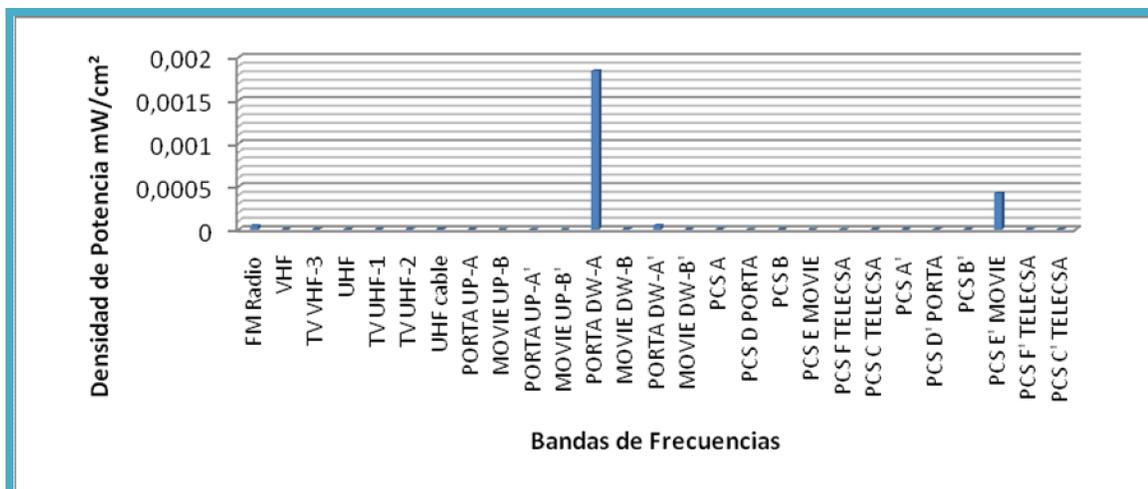


Figura 81. Niveles de Densidad de Potencia Medido en la Radiobase Belen
Elaborado por: Autores

A partir de la tabla 21 la evaluación del nivel de exposición total en un determinado punto del espacio debe realizarse mediante una suma de exposiciones ponderada según el límite respectivo a cada frecuencia.

PUNTO DE MEDICIÓN	UBICACIÓN		FRECUENCIAS MHz		DENSIDAD DE POTENCIA (w/m ²)
	Latitud	Longitud	Máxima	Mínima	
Pto. 1	02 07 19.8 S	79 54 42.0 W	2686	88,1	0,0024399
Pto. 2	02 07 22.8 S	79 54 38.0 W	2686	88,1	0,00036547
Pto. 3	02 07 21.8 S	79 54 39.5 W	2686	88,1	0,00057268
Pto. 4	02 07 20.7 S	79 54 40.8 W	2686	88,1	0,00087471
Pto. 5	02 07 22.7 S	79 54 37.3 W	2686	88,1	0,00014277
Pto. 6	02 07 21.9 S	79 54 37.6 W	2686	88,1	0,000104
Pto. 7	02 07 21.7 S	79 54 37.5 W	2686	88,1	0,00012566
Pto. 8	02 07 20.8 S	79 54 38.3 W	2686	88,1	0,00023835
Pto. 9	02 07 19.7 S	79 54 39.7 W	2686	88,1	0,00017994
Pto. 10	02 07 18.4 S	79 54 41.3 W	2686	88,1	0,00063837
Pto. 11	02 07 19.3 S	79 54 42.6 W	2686	88,1	0,00048736
Pto. 12	02 07 18.2 S	79 54 42.5 W	2686	88,1	0,00072088

Tabla 22. Densidad de Potencia Medida en la Radiobase Belen
Fuente: SUPERTEL

Presentamos los valores de densidad de potencia promediados en cada uno de los doce puntos que se efectuó la medición. En el siguiente gráfico, se indican los puntos con el mayor nivel de densidad potencia.

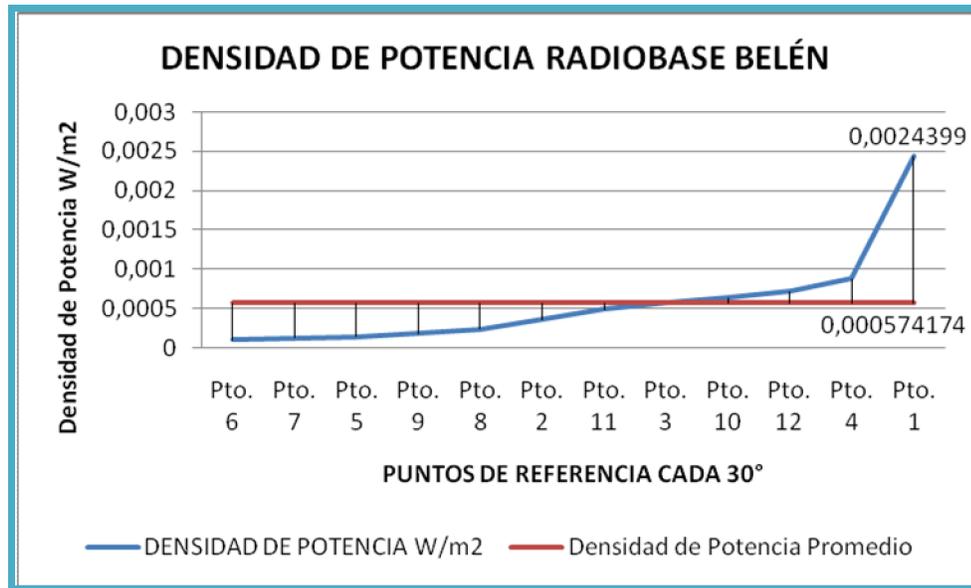


Figura 82. Densidad de Potencia Promedio en la Radiobase Belén
Elaborado por: Autores

5.6. Valoración de los Resultados obtenidos

Para conocer la dosis absorbida en tejidos y materias por parte de las personas expuestas a la radiación electromagnética. Se determinará por medio del cálculo de la dosis tanto interna como externa de la radiación no ionizante se debe enfocar en el campo de la física de la salud y la física medica.

Para la dosis absorbida (G_y) y para la dosis equivalente (s_v) se basan en los efectos biológicos del factor de ponderación Órgano/Tejido (W_t), comparando los efectos relativos biológicos de varios tipo de radiación y la susceptibilidad de distintos órganos.

Se define al factor de ponderación para la totalidad del cuerpo, por ejemplo 1 (G_y) de radiación expuesto al cuerpo entero (es una carga distribuida de 1 joule de energía depositada por kilogramo del cuerpo). Eso quiere decir que la suma de los factores de ponderación de cada uno de los órganos debe ser igual a la unidad.

Órgano o Tejido	WT
Gónadas	0.25
Pechos	0.15
Médula ósea roja	0.12
Pulmones	0.12
Tiroides	0.03
Superficie ósea	0.03
Resto del cuerpo	0.30
Cuerpo entero	1.

Tabla 23. Cantidad de Energía Absorbida por el Organismo
Elaborado por: Autores

Por la variedad de condiciones de exposición se estableció una relación cuantitativa entre los campos medidos externamente y el campo eléctrico inducido en la masa corporal como tejidos, órganos, sistemas. Se determina la absorción específica de energía electromagnética en los tejidos, relacionándolas con los posibles efectos biológicos observados.

Se han elaborado normas teóricas y tecnológicas en el caso de los equipos de medida para determinar los campos eléctricos, magnéticos y de densidad de potencia a nivel de los tejidos, órganos, sistemas. Estableciendo criterios respecto al nivel de exposición a los campos electromagnéticos.

Uno de los criterios, se lo conoce como la cantidad de energía absorbida (SAR), el cual varía ampliamente con la frecuencia, y el tamaño del cuerpo, se adoptan estándares donde los límites de densidad de potencia dependen de la frecuencia, con esto se limita la energía absorbida por el cuerpo humano a valores permisibles.

Los estándares de protección contra las radiaciones no ionizantes deben expresarse en términos de intensidad de campo eléctrico, magnético y densidad de potencia.

Un límite básico para frecuencias superiores a 10 MHz, el cual está expresado por la potencia absorbida por unidad de masa (SAR):

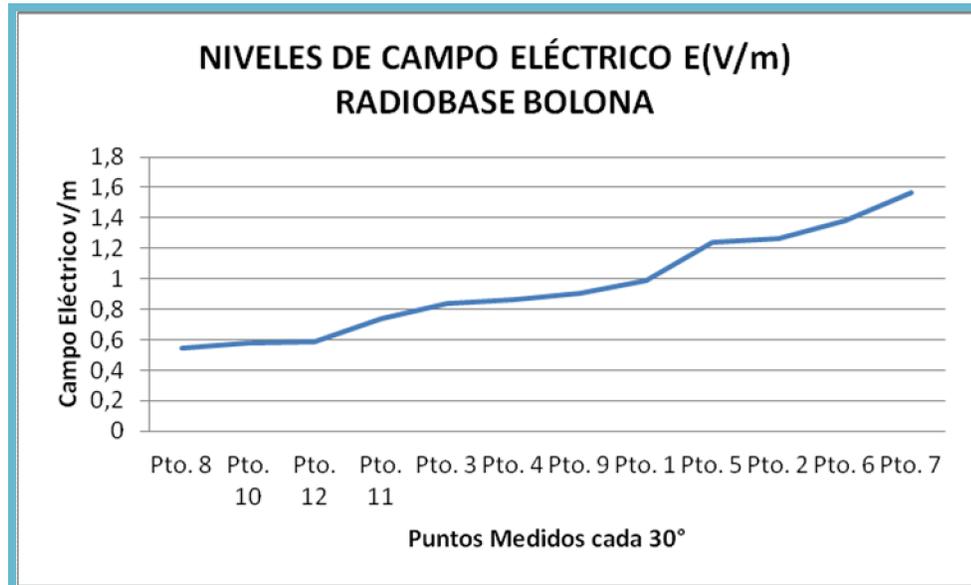
Se lo representa por su unidad que es el Watt/kilogramo (W/kg), puede ser promediado sobre la masa total de un cuerpo expuesto o bien sobre sus partes.

El SAR en exposición ocupacional para frecuencias por encima de los 10 MHz no deberá exceder un SAR de 0,4 w/kg, resultante de promediar todos los valores medidos en un período de 6 minutos o (0,1 hora) y el SAR promedio de todo el cuerpo.

Se utilizará un SAR de 4 w/kg hasta un máximo de 8 w/kg para un SAR localizado, determinado en cualquier período de 6 minutos (0.1 Hora), correspondiente a cualquier región del cuerpo. Para frecuencias inferiores a 10MHz, los niveles de intensidad de campo eléctrico y magnético no deben exceder los límites de exposición presentados en el capítulo 4.

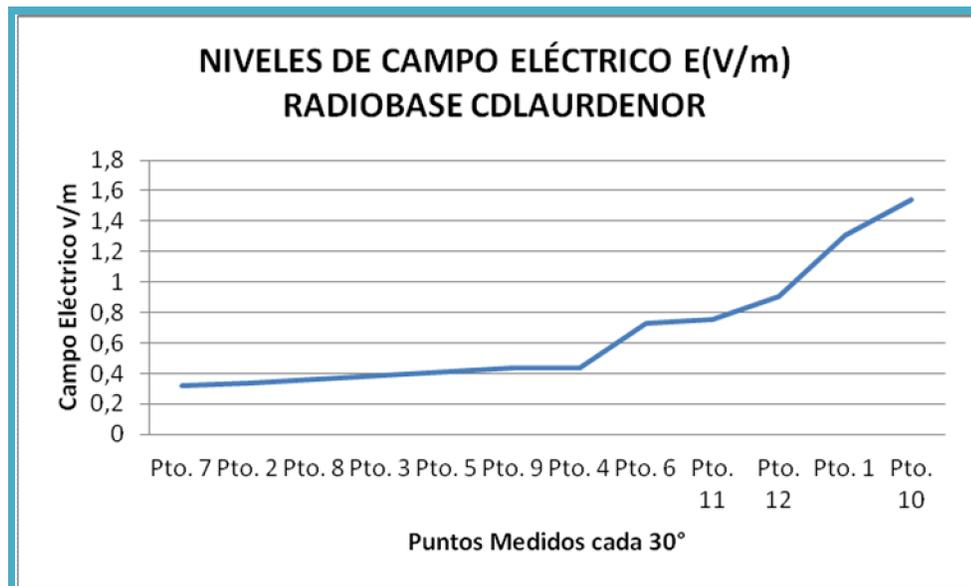
A continuación presentamos los niveles de intensidad de Campo eléctrico medidos en las Radiobases por las operadoras:

CONECEL S.A.



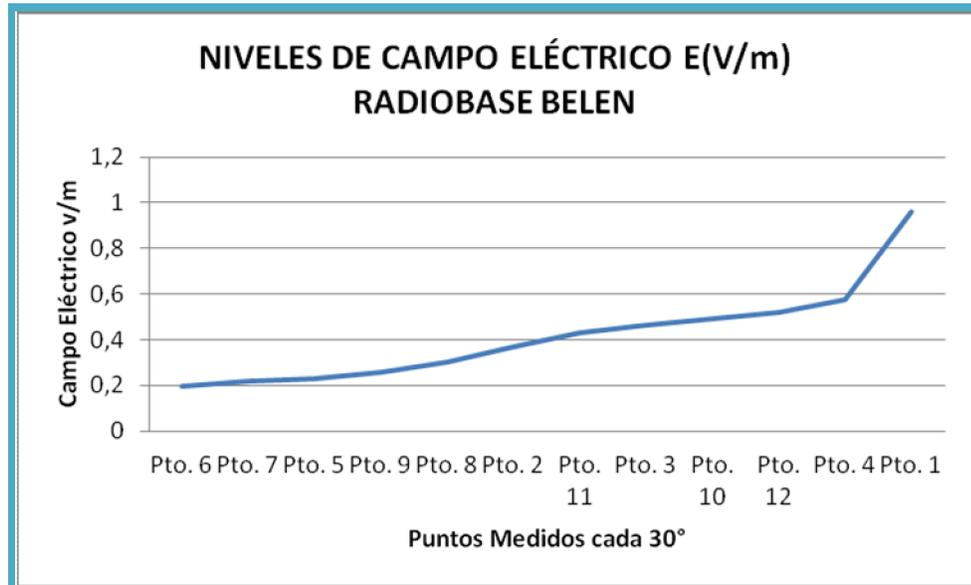
**Figura 83. Campo Eléctrico Radiobase Bolona Conecel S.A.
Elaborado por: Autores**

OTECEL S.A.



**Figura 84. Campo Eléctrico Radiobase Cdlaurdenor Otecel S.A.
Elaborado por: Autores**

CNT E.P.



**Figura 85. Campo Eléctrico Radiobase Belen CNT E.P.
Elaborado por: Autores**

Para los límites de frecuencias inferiores a 10 MHz pueden ser excedidos hasta valores de intensidad de campo eléctrico y magnético máximos de 613,5 V/m y 1,6 A/m. asegurándose de que el personal tome las precauciones necesarias.

El SAR en exposición poblacional para frecuencias por encima de 10MHz no debe exceder un SAR de 0,04 W/kg a 0,08 W/kg, valor promediado por un período de 30 minutos (0,5 Hora).

El Valor SAR a múltiples fuentes, debe cumplir 0,4 W/kg exposición ocupacional y de 0,08 W/kg poblacional.

5.7. Densidad de Potencia y Campo Eléctrico Promedio por Operador

5.7.1. Estadística 2010

Los diferentes valores promediados de densidad de potencia y campo eléctrico, corresponden a mediciones efectuadas por la Superintendencia de Telecomunicaciones, específicamente en la Intendencia Regional Costa se midió en el año 2010 un total 498 Radiobases celulares entre las tres operadoras que prestan el servicio de telefonía móvil en el país. (Ver Anexo 6)

OPERADORA	DENSIDAD DE POTENCIA W/m ²	CAMPO ELÉCTRICO V/m	CANTIDAD DE RADIOBASES MEDIDAS
CONECEL S.A.	0,008795	1,068242357	44
CNT E.P.	0,044344	2,121188	159
OTECEL S.A.	0,071059	3,341488	295
			498

Tabla 24. Radiobases Medidas 2010
Fuente: SUPERTEL

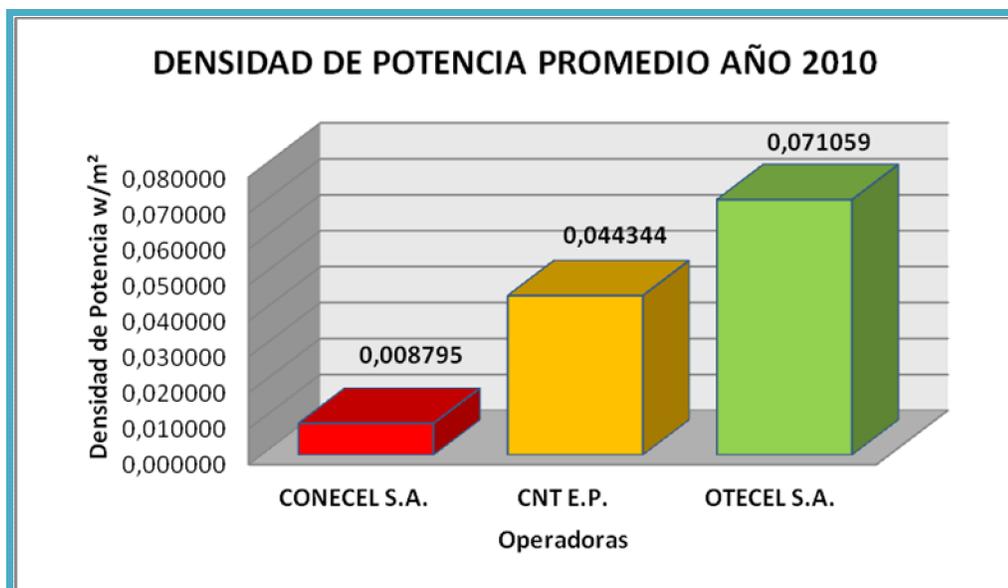


Figura 86. Densidad de Potencia promedio año 2010
Elaborado por: Autores

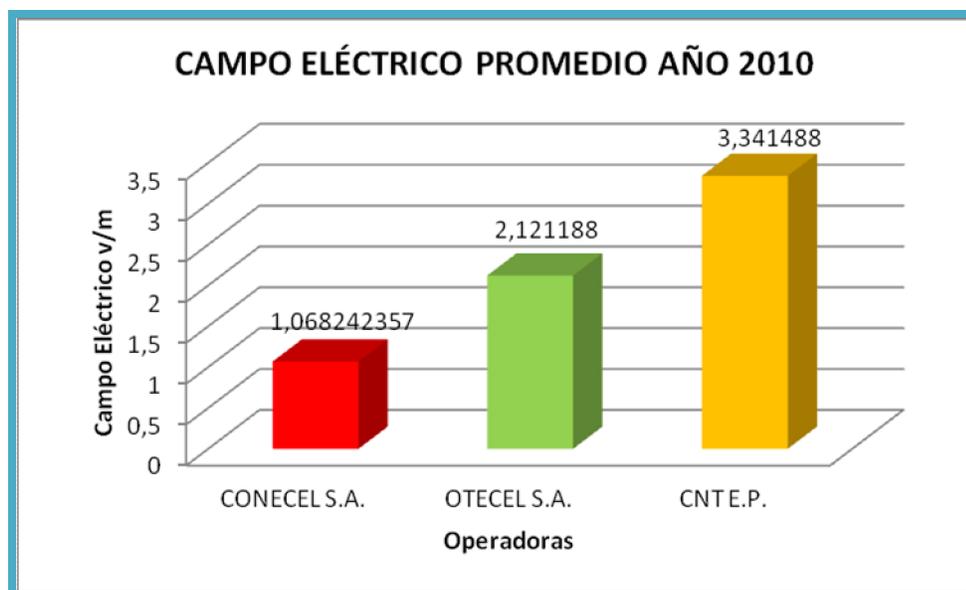


Figura 87. Campo Eléctrico promedio año 2010
Elaborado por: Autores

5.7.2. Estadística 2011

En este año se realizaron un total de 602 mediciones de densidad de potencia y campo eléctrico en la ciudad de Guayaquil a las tres operadoras que ofrecen el servicio de telefonía móvil celular. (Ver Anexo 6)

OPERADORAS	DENSIDAD DE POTENCIA W/m ²	CAMPO ELÉCTRICO V/m	CANTIDAD DE RADIOBASES MEDIDAS
CNT E.P.	0,0147485	1,254818944	73
CONECEL S.A.	0,0275053	1,75864997	362
OTECCEL S.A.	0,03090434	1,76931072	167
			602

Tabla 25. Radiobases Medidas 2011
Fuente: SUPERTEL

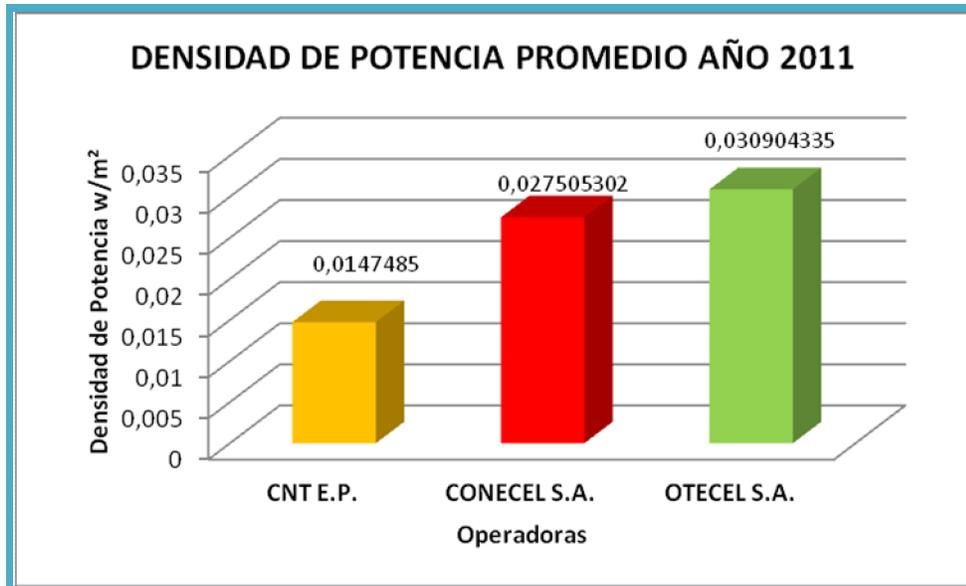


Figura 88. Densidad de Potencia promedio año 2011
Elaborado por: Autores

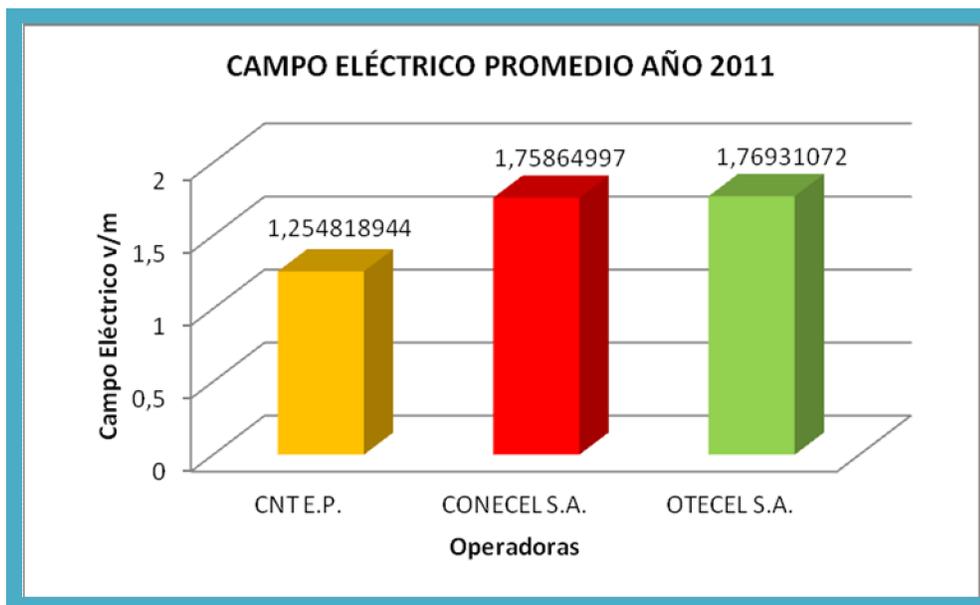


Figura 89. Campo Eléctrico promedio año 2011
Elaborado por: Autores

5.7.3. Estadística 2012

En este año se realizaron un total de 66 mediciones de densidad de potencia en la ciudad de Guayaquil en las Radiobases a las tres operadoras CONECEL S.A. (CLARO), OTECEL S.A. (MOVISTAR), CNT E.P. que ofrecen el servicio de telefonía móvil celular.

Dándonos como resultado el siguiente cuadro con los valores de densidad de potencia y su campo eléctrico.

Teniendo en cuenta que la operadora CONECEL S.A. (CLARO) tiene el campo eléctrico un total 92,77703383 más elevado que las demás operadoras y en su densidad de potencia con un total 0,03313441 también más elevado que las demás. (Ver Anexo 6)

OPERADORAS	DENSIDAD DE POTENCIA W/m²	CAMPO ELÉCTRICO V/m	CANTIDAD DE RADIOBASES MEDIDAS
OTECCEL S.A.	0,0021052	1,181074008	5
CNT E.P.	0,0023585	13,51267209	2
CONECEL S.A.	0,03313441	92,77703383	59
			66

Tabla 26. Radiobases Medidas 2012

Fuente: SUPERTEL



Figura 90. Densidad de Potencia promedio año 2012
Elaborado por: Autores

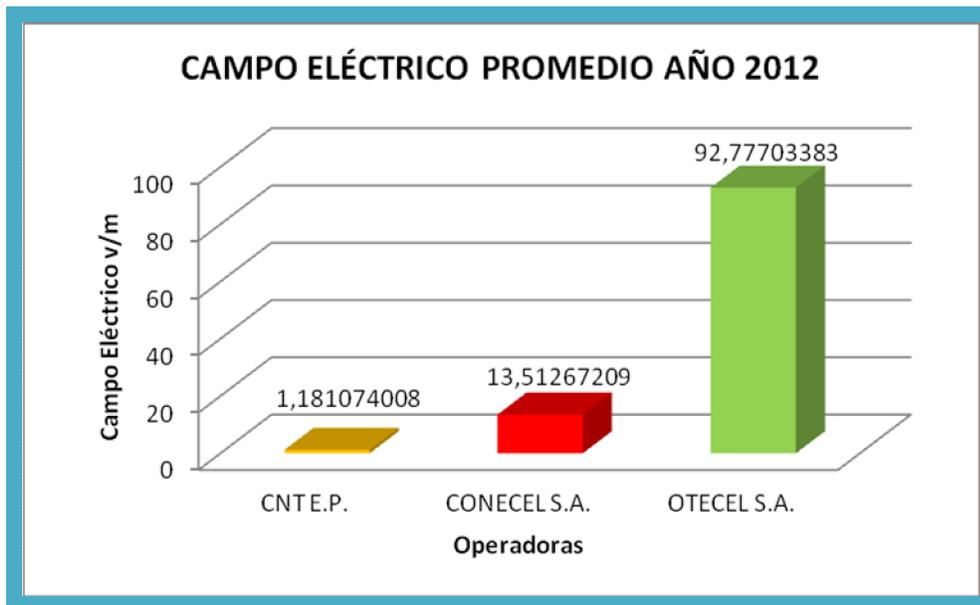
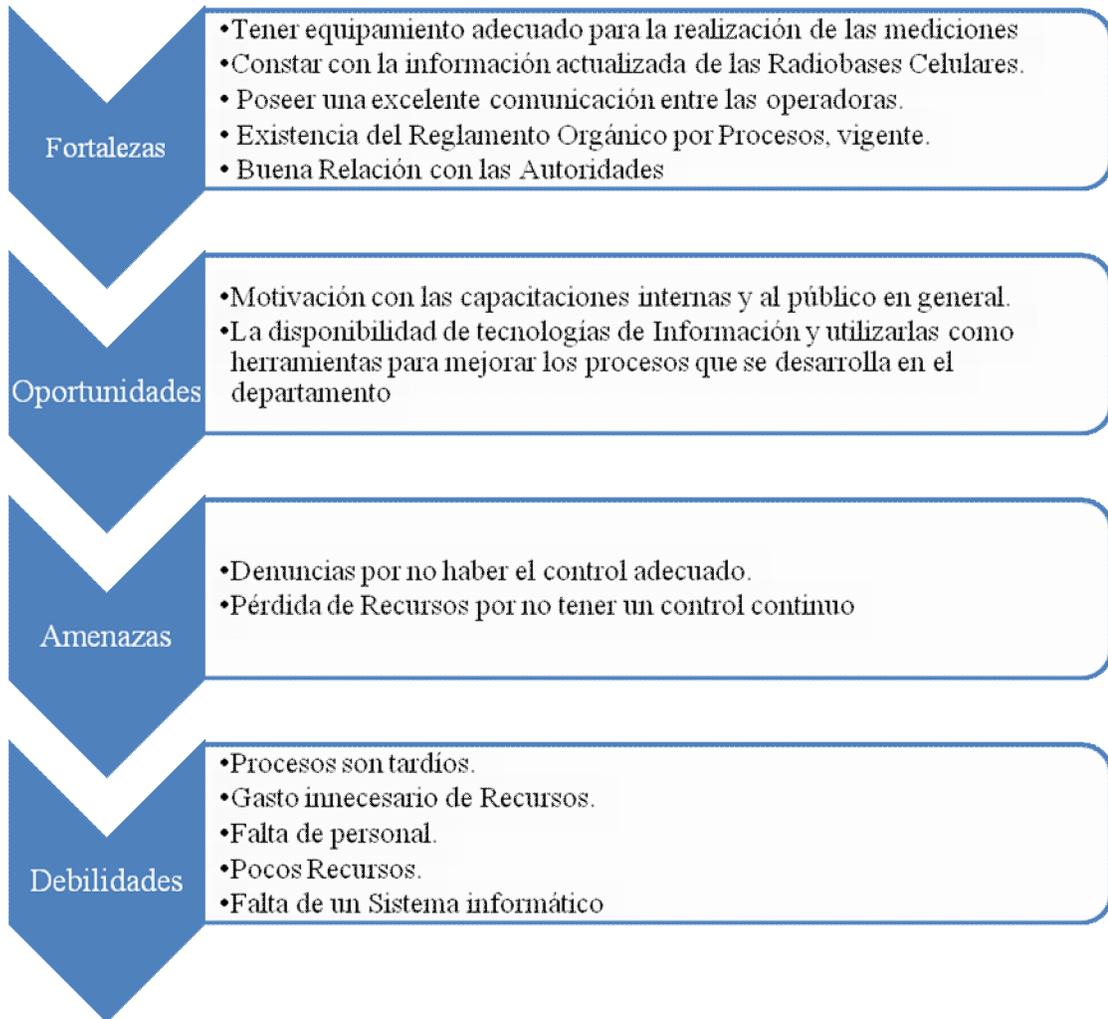


Figura 91. Campo Eléctrico promedio año 2012
Elaborado por: Autores

5.8. Departamento de RNI SUPERTEL

5.8.1. Análisis FODA



5.9. Resultados de las Encuestas

En nuestro estudio de investigación hemos realizado encuestas para saber el grado de conocimiento de la población acerca de las Radiaciones no Ionizantes producidas por las Radiobases de telefonía móvil.

Se realizaron 200 encuestas a la población de la ciudad de Guayaquil que transitaban por la periferia de las Radiobases.

1.- ¿Conoce las antenas de Telefonía celular?

a. Si b. No

El Si escogieron un total de 153 personas.

El No escogieron un total de 47 personas.

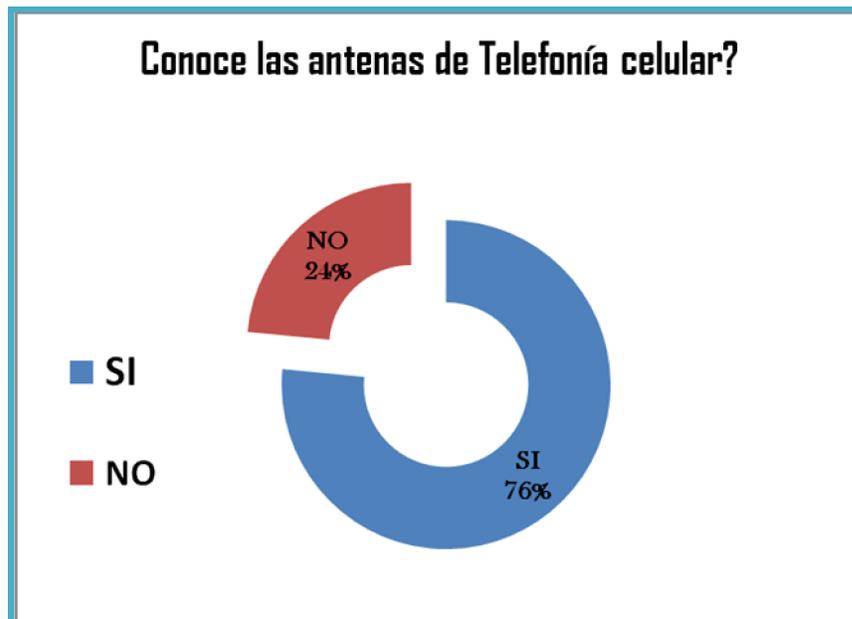


Figura 92. Respuesta pregunta 1
Elaborado por: Autores

2.- ¿Cree usted que las emisiones que producen las antenas de telefonía celular causan algún daño en la salud?

a. Si b) No

El Si escogieron un total de 138 personas.

El No escogieron un total de 62 personas.

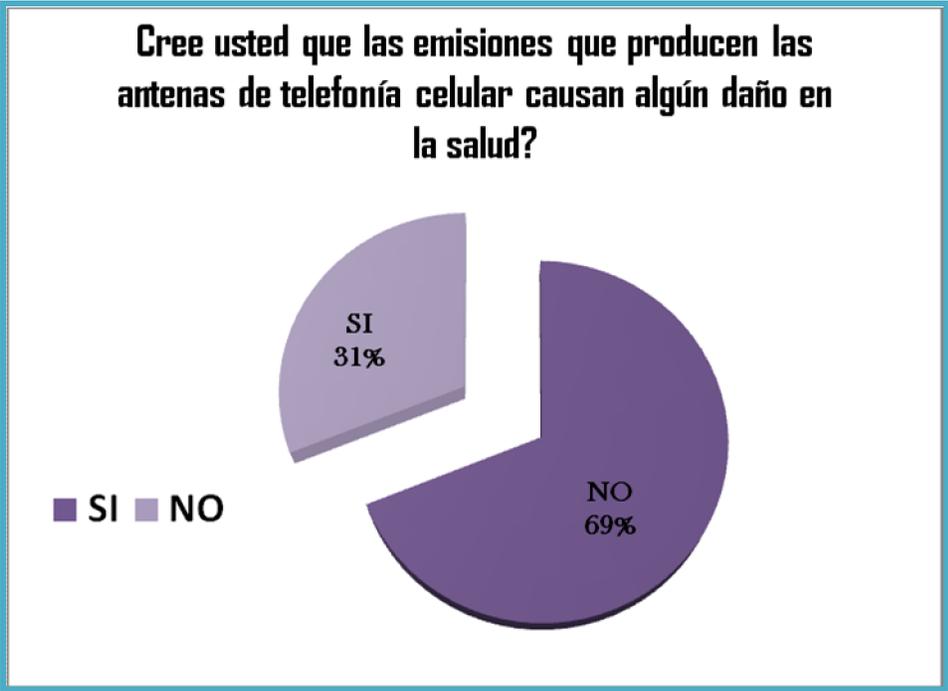


Figura 93. Respuesta pregunta 2
Elaborado por: Autores

3.- ¿Si su respuesta fue sí, que síntomas cree que produciría en la salud?

- a) Dolores de Cabeza
- b) Nauseas
- c) Estrés
- d) Insomnio
- e) Cáncer
- f) Otros especifique _____

La opción Dolores de cabeza, escogió un total de 35 personas.

La opción Nauseas, escogió un total de 2 personas.

La opción Estrés, escogió un total de 22 personas.

La opción Insomnio, escogió un total de 38 personas.

La opción Cáncer, escogió un total de 101 personas.

La opción Otros especifique, escogió un total de 2 personas.

R: Dolor de Huesos y sordera



Figura 94. Respuesta pregunta 3

Elaborado por: Autores

4.- ¿Dónde usted vive tiene cerca una Radiobases de Telefonía Móvil?

- a. Si b) No

El Si escogieron un total de 182 personas.

El No escogieron un total de 18 personas.

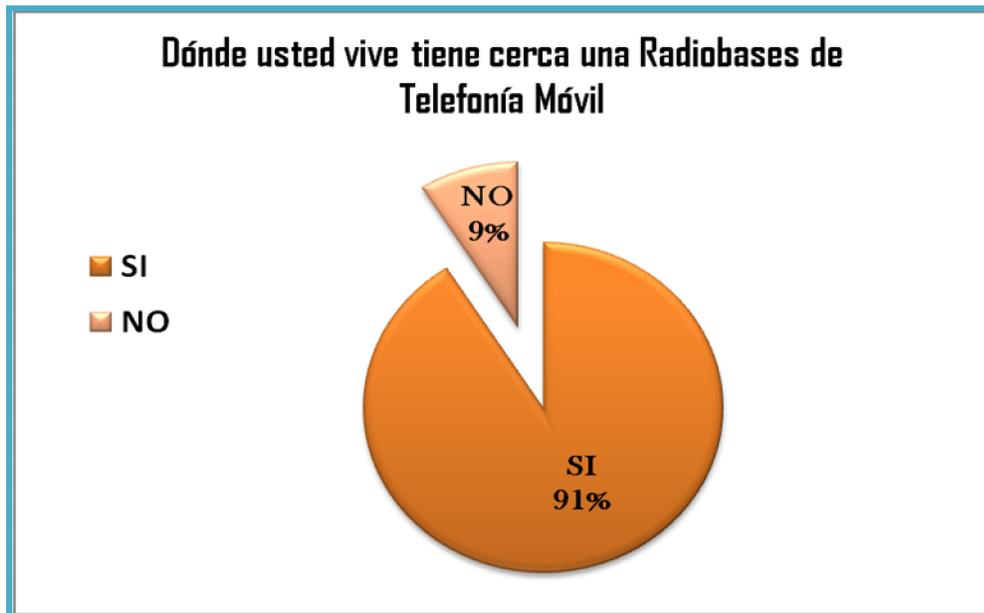


Figura 95. Respuesta pregunta 4
Elaborado por: Autores

5.- ¿A qué distancia se encuentra situada la Radiobases de telefonía celular de donde usted vive?

- a) No muy cerca (35-40 metros aproximadamente)
- b) Cerca (15-20 metros)
- c) Muy cerca (menos de 15 metros)
- d) En su casa

La opción No muy cerca (35-40 metros aproximadamente), escogió un total de 48 personas.

La opción Cerca (15-20 metros), escogió un total de 102 personas.

La opción Muy cerca (menos de 15 metros), escogió un total de 48 personas.

La opción En su casa, escogió un total de 2 personas.

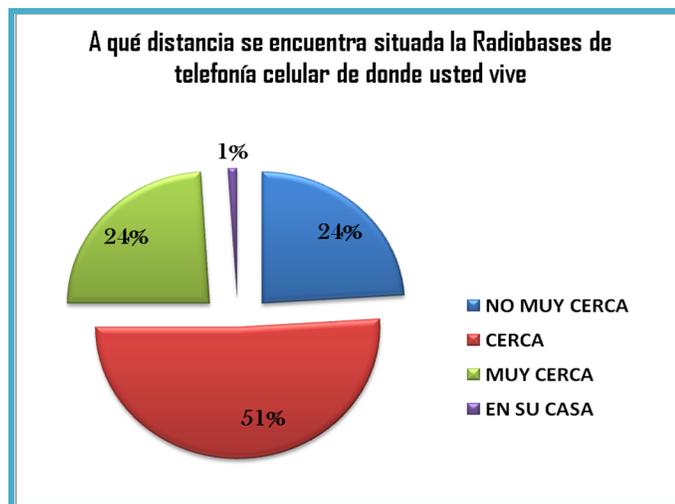


Figura 96. Respuesta pregunta 5
Elaborado por: Autores

6.- ¿Cree que las Radiobases de Telefonía móvil de las operadoras CONECEL (CLARO), OTECEL (MOVISTAR) y CNT EP (ALEGRO) cumplen con las normas establecidas por la Superintendencia de Telecomunicaciones?

a. Si b) No

El Si escogieron un total de 80 personas.

El No escogieron un total de 120 personas.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis realizados a las instalaciones y datos recolectados en las Radiobases, durante el proceso de medición, se ha concluido que estas se encuentran cumpliendo con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia, establecidos en los Artículos 313 y 408 de la Constitución de la República, con las normas, procedimientos de la Ley Especial de Telecomunicaciones, con la Resolución No. 01-01-Conatel-2005 donde se establece la protección de Emisiones de RNI, generadas por uso de frecuencias del Espectro Radioeléctrico en Telecomunicaciones, con la difusión de información según la Ley de Transparencia y las Recomendaciones de la UIT-T K.52 y UIT-T K.61 para limitar la Exposición a los Campos Electromagnéticos, quien a su vez se basa en los valores límites establecidos por la comisión internacional de protección contra la radiación no Ionizante “ICNIRP”.

En base a los datos obtenidos de los años, 2010, 2011, 2012 y a las mediciones realizadas en el año 2012 por la SUPERTEL, se concluye que las Radiobases Celulares, cumplen con los niveles de referencia de Densidad de Potencia, de los Límites a exposición de emisiones electromagnéticas, establecidos en la Norma UIT-T K.52, ya que cada operadora se encuentra por debajo del límite establecido a 1 mW/cm^2 .

Se concluye también de acuerdo al análisis de las radiaciones electromagnéticas emitidas por las Radiobases Celulares, que mientras mayor tiempo esté trabajando la antena, se tendrá un valor significativo en densidad de potencia, lo que aumenta el riesgo a posibles afectaciones en la salud Humana.

De las observaciones realizadas, se pudo notar que la gran mayoría de las Radiobases celulares, no cumplen con una correcta instalación, al no tener una altura adecuada sobre el nivel del suelo, por estar instaladas muchas veces en zonas donde las personas transitan a diario o dentro de instituciones educativas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda comprobar que el equipo de medición sea el adecuado y esté calibrado correctamente, según la variable a medir.

Se aconseja analizar y estudiar detalladamente las recomendaciones internacionales que tienen a su cargo un estudio minucioso a la exposición de las personas a campos electromagnéticos. Con el fin de pasar por alto todas las situaciones posibles en que los ciudadanos estemos expuesto a los campos electromagnéticos. De no tener claro cada uno de los puntos considerados en las diferentes normativas, se obtendrán datos erróneos por lo cual se incurrirá a que no se apliquen de manera adecuada las normativas de seguridad.

Los operadores que establezcan redes y soporte de los servicios, deberán presentar un estudio detallado, realizado por un técnico competente, que indique los niveles de exposición a emisiones radioeléctricas en áreas cercanas a sus instalaciones, identificando la presencia de zonas (en un entorno de 100 metros de las Radiobases celulares), donde existan espacios considerados sensibles (guarderías, centros de educación infantil, centros de salud, hospitales, parques públicos, residencias, centros geriátricos, etc.), en la dirección de máxima radiación, estimando sus efectos, para lo que se justificará la minimización de los niveles de exposición.

Las concesionarias deben de cumplir con un nivel de potencia determinado en cada una de las antenas en su dirección de radiación al momento de ser instaladas, con una distancia mínima entre antenas, ya que muchas Radiobases celulares se encuentran muy cercanas, lo que implica un aumento en la intensidad del campo electromagnético.

BIBLIOGRAFÍA:

BUSHONG, S. (2005). *Manual de Radiología para Técnicos: Física, Biología y Protección Radiológica* (8va. ed.). España: EdiDe, S.L.

CARDAMA, Ángel, y otros. (2004). *Antenas* (2da. ed.). España: Ediciones UPC, S.L

FERNÁNDEZ, Irene y otros, *Emisiones Radioeléctricas: Normativa, Técnicas de medida y protocolo de Certificación*, COIT, Madrid, 2008. P. 184.

FERRER Soria, A. (2006). *Física Nuclear y de Partículas* (2da. ed.). Editorial: Maite Simon.

FIGUEROA DE LA CRUZ, M. (2008). *Introducción a los sistemas de telefonía celular* (1ra. ed.). Buenos Aires: HASA.

FINESTRES Zubeldia, F. *Protección en Radiología Odontológica*. Barcelona: Editorial Universidad de Barcelona.

FLORÍA, P, González, A. & González, D. *Manual para el Técnico en Prevención de Riesgos Laborales* (5ta. ed.). España: FC Editorial.

GIANCOLI, C. (2006). *Física: Principios con aplicaciones* (6ta. ed.). México: Pearson Education.

HERRERA. (2004). *Introducción a las Telecomunicaciones Modernas*. México: Editorial limusa, Grupo Noriega.

KUMAR, Abbas & Fausto. *Robbins & Cotran Patología Estructural y Funcional* (7ma. ed.). España: Elsevier.

LEVICH. (1995). *Teoría del Campo Electromagnético y Teoría de la Relatividad*. España: Editorial Reverté, S.A.

MANDADO, E., MARIÑO, P. & Lago, A. (1995). *Instrumentación Electrónica*. España: Marcombo, S.A.

MONACHESI, Emilio, y otros, *Efecto de la Foresta en las Transmisiones electromagnéticas dentro de una WLAN*, Proyecto de Investigación U.T.N Facultad Regional Tucumán, 2011.

MONTOYA, H. (2008). *Microbiología básica para el área de la salud y afines* (2da. ed.). Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.

NOKIA NETWORK OY, *GSM Architecture*, TC Finland, Issue Jan 2002, p. 20.

NÚÑEZ, M. (2008). *Efectos Biológicos de las Radiaciones – Dosimetría*, de Escuela Universitaria de Tecnología Médica UdelaR. Uruguay. Encontrado en: http://www.alasbimn.net/comites/tecnologos/material/Efectos_biologicos_de_las_radiaciones.pdf

ORTEGA, X. (1996). *Radiaciones Ionizantes Utilización y Riesgos II*. España: Publicaciones UPC.

PÉREZ, David, & PICO, José G., (2011). *Hacking y seguridad en comunicaciones móviles GSM/GPRS/UMTS/LTE*. Madrid: Rooted CON.

QUINTANA, J., & COSTA. López, F. (2007). *Interacción Electromagnética Teoría Clásica*. España: Editorial Reverté, S.A.

RICO, Mónica, “Hitos de la Telefonía Móvil Celular” *Investigador Grupo Gnosis Avanzada en Ingeniería Telemática – GAITA*, Colombia.

SEYBOLD, John S. (2005). *Introduction to RF Propagation*. Canadá: Wiley-Interscience.

SUPERTEL. (Junio 2007). Efectos Biológicos Y Potenciales Riesgos De Los Campos Electromagnéticos De Radiofrecuencia. Encontrado en: SUPERTEL. Web Site: http://www.supertel.gob.ec/pdf/emisiones_noionizantes/campos_electromagneticos.pdf

THEODORE S, Rappaport. (1996). *Comunicaciones inalámbricas: Principios y Práctica*. Braille: Prentice Hall PTR.

UIT-T. Sector De Normalización De Las Telecomunicaciones. Serie K: Protección Contra Las Interferencias, Orientación sobre el cumplimiento de los Límites de exposición de las personas de los campos electromagnéticos. Unión Internacional De Telecomunicaciones. Encontrado en: http://www.euitt.upm.es/estaticos/catedra-coitt/web_salud_medioamb/normativas/itu/normaUIT%20K52.pdf

CONATEL. (Julio 2012). Dirección General de Gestión del Espectro Radioeléctrico. Plan Nacional de Frecuencias, Ecuador 2012. Encontrado en CONATEL. Web Site: http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=614&Itemid=425

MARCO CONCEPTUAL

- **Acceso Múltiple por División de Código (CDMA).**- Es un término genérico para varios métodos de Multiplexación o control de acceso al medio basado en la tecnología de espectro expandido.
- **Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA).**- Es una técnica demultiplexación usada en múltiples protocolos de comunicaciones, tanto digitales como analógicas, principalmente de radiofrecuencia, y entre ellos en los teléfonos móviles de redes GSM.
- **Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA).**- Es una técnica que permite la transmisión de señales digitales y cuya idea consiste en ocupar un canal (normalmente de gran capacidad) de transmisión a partir de distintas fuentes, de esta manera se logra un mejor aprovechamiento del medio de transmisión.
- **AMPS.**- Son sistemas de telefonía móvil de segunda generación (2g), conocidos como digital AMPS (D-AMPS). Alguna vez fue predominante en América, particularmente en los estados unidos y Canadá.
- **Ancho de Banda.**- Es la longitud, medida en hercios (Hz), del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal. Puede ser calculado a partir de una señal temporal mediante el análisis de Fourier.
- **Antenas.**- Una antena es un dispositivo (conductor metálico) diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Una antena transmisora transforma voltajes en ondas electromagnéticas, y una receptora realiza la función inversa.

- **ATM.-** Es una tecnología de telecomunicación desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones.
- **Campo Eléctrico.-** El campo eléctrico es un campo físico que es representado mediante un modelo que describe la interacción entre cuerpos y sistemas con propiedades de naturaleza eléctrica.
- **Campo Magnético.-** El campo magnético es el efecto sobre una región del espacio, generado por una corriente eléctrica o un imán, en la que una carga eléctrica puntual de valor (q), que se desplaza a una velocidad (V), experimenta los efectos de una fuerza que es perpendicular y proporcional tanto a la velocidad (v) como al campo (b).
- **Campos Electromagnéticos.-** Un campo electromagnético es un campo físico, de tipo tensorial, producido por aquellos elementos cargados eléctricamente, que afecta a partículas con carga eléctrica.
- **CDPD.-** Es el acrónimo de "Cellular digital packet data" es una tecnología de transmisión de datos en terminales TDMA, el sistema está basado en la tecnología IBM, pero desarrollada por Ericsson y discontinuada a finales de los 90, que pretendía mejorar las prestaciones de la existente tecnología celular analógica.
- **Centro de Autenticación (AC).-** El centro de autenticación (AUC) es un dispositivo, normalmente se encuentra en un sistema GSM, para autenticar cada tarjeta SIM que intenta conectarse a la red GSM (normalmente cuando el teléfono está encendido).
- **Centro de Conmutación Móvil (MSC).-** Es un elemento de las redes de comunicaciones móviles GSM que tiene como función interconectar usuarios de

la red fija con la red móvil, o usuarios de la red móvil entre sí. Al mismo tiempo mantiene las bases de datos para tratar las peticiones de llamada de los clientes.

- **Centro de Operaciones y Mantenimiento (OSS).**- Las funciones de operación y mantenimiento de la red GSM se realizan ambas localmente, en los nodos de la red GSM y centralmente mediante el OMC. Juntos los dos juegos de funciones proporcionan los medios necesarios para poder llevar una eficiente gestión de la red.

- **Clases de Emisión.**- Se clasifican de acuerdo al tipo de modulación de la portadora principal, naturaleza de la señal moduladora, tipo de información que se va a transmitir, así como también, en su caso, cualesquiera otras características; cada clase se designa mediante un conjunto de símbolos normalizados.

- **Clases de Emisión.**- Se clasifican de acuerdo al tipo de modulación de la portadora principal, naturaleza de la señal moduladora, tipo de información que se va a transmitir, así como también, en su caso, cualesquiera otras características; cada clase se designa mediante un conjunto de símbolos normalizados.

- **Controlador de Estación Base (BSC).**- Es el nodo central dentro de un BSS y coordina las acciones del TRC y RBS.

- **Cuadratura phase shift keying (QPSK).** - Es un algoritmo de modulación de fase, es una modulación muy utilizada en sistemas no guiados.

- **Densidad de Potencia Radiada.-** La densidad de potencia radiada es la potencia por unidad de superficie que radiará una antena siendo esta inversamente proporcional a la distancia.

- **Directividad.-** La directividad es un fenómeno característico de las ondas sonoras (ondas) que nos proporciona información sobre el comportamiento de la radiación de la fuente en función de la dirección.

- **Downlink.-** Enlace o conexión de bajada es el término utilizado para representar el enlace entre un satélite y la tierra.

- **Emisión.-** Radiación producida por una estación transmisora radioeléctrica.

- **Equipo de Usuario (UE).-** El equipo de usuario o UE, también llamado móvil, es el equipo que el usuario trae consigo para lograr la comunicación con una estación base en el momento que lo desee y el lugar en donde exista cobertura. Este puede variar en su tamaño y forma, sin embargo debe estar preparado para soportar el estándar y los protocolos para los que fue diseñado.

- **Equipo Registrador de Identidad (EIR).-** Es una base de datos en la que existe información sobre el estado de los teléfonos móviles. Dentro de esta base de datos existen tres listas de IMEI: la blanca, la gris y la negra.

- **Estación Base (BTS).**- Una estación base es una instalación fija o moderada de radio para la comunicación media, baja o alta bidireccional. Se usa para comunicar con una o más radios móviles o teléfonos celulares.
- **Estación Base Transceptor (BTS).**- Un transceptor de estación base (BTS) es una pieza de equipo que facilita la comunicación inalámbrica entre el equipo de usuario (UE) y una red.
- **Frecuencia Asignada.**- Centro de la banda de frecuencias, asignada a una Estación.
- **Frecuencia Característica.**- Puede identificarse y medirse fácilmente en una emisión determinada.
- **Frecuencia de Referencia.**- Ocupa una posición fija y bien determinada con relación a la frecuencia asignada. La desviación de esta frecuencia con relación a la frecuencia asignada es, en magnitud y signo, la misma que la de la frecuencia característica con relación al centro de la banda de frecuencias ocupada por la emisión.
- **Frecuencia.**- Frecuencia es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico.
- **Ganancia.**- Es la transferencia entre la salida y la entrada de un sistema electrónico.

- **Handover.-** Se denomina handover (también Handoff) al sistema utilizado en comunicaciones móviles celulares con el objetivo de transferir el servicio de una estación base a otra cuando la calidad del enlace es insuficiente. Este mecanismo garantiza la realización del servicio cuando un móvil se traslada a lo largo de su zona de cobertura.
- **Impedancia.-** La impedancia es la oposición al paso de la corriente alterna. A diferencia de la resistencia, la impedancia se incluye los efectos de acumulación y eliminación de carga (capacitancia) y/o inducción magnética (inductancia).
- **Interfaz IU.-** Esta interfaz conecta a la red central con la red de acceso de radio de UMTS. Es la interfaz central y la más importante para el concepto de 3gpp. La interfaz *Iu* puede tener dos diferentes instancias físicas para conectar a dos diferentes elementos de la red central, todo dependiendo si se trata de una red basada en conmutación de circuitos o basada en conmutación de paquetes.
- **Interferencia.-** Efecto de una energía no deseada debida a una o varias emisiones, radiaciones, inducciones o sus combinaciones sobre la recepción en un sistema de radiocomunicación, que se manifiesta como degradación de la calidad, falseamiento o pérdida de la información que se podría obtener en ausencia de esta energía no deseada.
- **La Corrección de Errores (FEC).-** Es un tipo de mecanismo de corrección de errores que permite su corrección en el receptor sin retransmisión de la información original.
- **La longitud de Planck.-** La longitud de Planck (ℓ_p) es la distancia o escala de longitud por debajo de la cual se espera que el espacio deje de tener una geometría clásica. Una medida inferior previsiblemente no puede ser tratada adecuadamente en los modelos de física actuales debido a la aparición de efectos de gravedad cuántica.

- **Multiplexación.-** La multiplexación es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión usando un dispositivo llamado multiplexor. El proceso inverso se conoce como demultiplexación.
- **Onda.-** En física una onda consiste en la propagación de una perturbación de alguna propiedad de un medio, por ejemplo, densidad, presión, campo eléctrico o campo magnético, a través de dicho medio, implicando un transporte de energía sin transporte de materia.
- **Ondas Electromagnéticas.-** Una onda electromagnética es la forma de propagación de la radiación electromagnética a través del espacio.
- **Polarización.-** La polarización electromagnética es un fenómeno que puede producirse en las ondas electromagnéticas, como la luz, por el cual el campo eléctrico oscila sólo en un plano determinado, denominado plano de polarización.
- **Potencia.-** Siempre que se haga referencia a la potencia de un transmisor radioeléctrico, ésta se expresará, según la clase de emisión, en una de las formas siguientes. En las fórmulas, el símbolo p indica la potencia en vatios y el símbolo p la potencia en decibelios relativa a un nivel de referencia.
- **PSTN.-** La red telefónica pública conmutada (PSTN) es la red de las redes públicas telefónicas en el mundo de conmutación de circuitos. Es una red de comunicación diseñada primordialmente para transmisión de voz, aunque pueda también transportar datos, por ejemplo en el caso del fax o de la conexión a internet a través de un módem acústico.

- **Radiaciones Electromagnéticas.-** La radiación electromagnética es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro.
- **Radiaciones Ionizantes.-** Son aquellas radiaciones con energía suficiente para ionizar la materia, extrayendo los electrones de sus estados ligados al átomo.
- **Radiocomunicaciones.-** La radiocomunicación es una forma de telecomunicación que se realiza a través de ondas de radio u ondas hertzianas, la que a su vez está caracterizada por el movimiento de los campos eléctricos y campos magnéticos.
- **Radiofrecuencia.-** El término radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 kHz y unos 300 GHz. el hercio es la unidad de medida de la frecuencia de las ondas, y corresponde a un ciclo por segundo.
- **Rayos Gamma.-** La radiación gamma o rayos gamma es un tipo de radiación electromagnética, y por tanto constituida por fotones, producida generalmente por elementos radiactivos o por procesos subatómicos como la aniquilación de un par positrón-electrón. También se genera en fenómenos astrofísicos de gran violencia.
- **Rayos X.-** La denominación rayos x designa a una radiación electromagnética, invisible, capaz de atravesar cuerpos opacos y de imprimir las películas fotográficas.

- **Registro Local de Área (HLR).**- Una base de datos central que contiene detalles de cada abonado móvil que está autorizado a utilizar el GSM y WCDMA o de la red de núcleo de esta.
- **Registro Local Virtual (VLR).**- Es una base de datos en una red de comunicaciones móviles asociado a un centro de conmutación móvil (MSC). El VLR contiene la localización exacta de los abonados móviles actualmente presentes en el área de servicio del MSC. Esta información es necesaria para encaminar una llamada a la estación base correcta. La entrada de base de datos del abonado se elimina cuando el abonado sale del área de servicio.
- **Señal Analógica.**- Una señal analógica es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético y que es representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y período (representando un dato de información) en función del tiempo.
- **Sistema Troncalizado.**- Sistema de radiocomunicación de los servicios fijo y móvil terrestre, que utiliza múltiples pares de frecuencias, en que las estaciones establecen comunicación mediante el acceso en forma automática a cualquiera de los canales que estén disponibles.
- **Sistemas IMT (International Mobile Telecommunication).**- Es el nombre raíz que engloba tanto a las IMT-2000 como a la IMT-avanzada de forma colectiva.
- **Sistemas IMT-2000.**- Son sistemas móviles de tercera generación que proporcionan acceso a una amplia gama de servicios de telecomunicaciones sustentados por las redes de telecomunicación fijas (por ejemplo, la RTPC/LA RDSI/EL IP) y a otros servicios específicos de los usuarios móviles.

- **Sistemas IMT-Avanzadas.-** Son sistemas, componentes de sistemas y aspectos conexos que incluyan las nuevas interfaces radioeléctricas que soporten las nuevas capacidades de los sistemas posteriores a las imt-2000.
- **Subsistema de Estación Base (BSS).-** Son los componentes que un operador de telefonía o de telecomunicaciones utiliza para ejecutar sus operaciones comerciales hacia los clientes. Plataformas BSS y OSS están vinculados en la necesidad de apoyar final para poner fin a varios servicios. Cada área tiene sus propios datos y las responsabilidades de servicio.
- **Systems Fixed Wireless Access (FWA).-** Son sistemas de radiocomunicaciones que se usan para la provisión de enlaces de última milla hacia usuarios finales de una red fija de telecomunicaciones.
- **Telecomunicación.-** Toda tipo de transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos (cs).
- **Tolerancia de Frecuencia.-** Desviación máxima admisible entre la frecuencia asignada y la situada en el centro de la banda de frecuencias ocupada por una emisión, o entre la frecuencia de referencia y la frecuencia característica de una emisión, se expresa en millonésimas o en hertzios.
- **Tolerancia de Frecuencia.-** Desviación máxima admisible entre la frecuencia asignada y la situada en el centro de la banda de frecuencias ocupada por una emisión, o entre la frecuencia de referencia y la frecuencia característica de una emisión, se expresa en millonésimas o en hertzios.
- **Última Milla.-** Es el enlace entre un nodo de distribución de la red y el usuario final.

- **UMTS.-** Es una de las tecnologías usadas por los móviles de tercera generación, sucesora de GSM, debido a que la tecnología GSM propiamente dicha no podía seguir un camino evolutivo para llegar a brindar servicios considerados de tercera generación.

- **Unidad de Interfuncionamiento (UI)-** Es una entidad funcional asociada con la central de conmutación móvil. Esta unidad es la encargada de proporcionar la funcionalidad necesaria para permitir el interfuncionamiento del sistema GSM con las redes fijas (RDSI, RTC, y RTPCP). Las funciones incluidas en esta unidad dependen por lo tanto de los servicios que se implementen y de las redes fijas a las que se conecten.

- **Uplink.-** Es el término utilizado en un enlace de comunicación para la transmisión de señales de radio (RF) desde una estación o terminal ubicado en la tierra a una plataforma en suspensión o movimiento ubicada en el espacio, como por ejemplo un satélite, una sonda espacial o una nave espacial.

- **UTRAN.-** La tecnología UTRAN está formada por diversas capas totalmente independientes unas de otras, esto facilitaría en un futuro una posible modificación de una parte de esta tecnología sin necesidad de volver a crear otra de nuevo, solo bastaría con modificar algunas de sus capas.

ANEXO 1

RESOLUCIÓN 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 Radiobases 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 Radiobases 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 Radiobases 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;

ANEXO 2

REGLAMENTO DE PROTECCIÓN DE EMISIONES DE RADIACIÓN NO IONIZANTE GENERADAS POR USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.

OBJETO, TÉRMINOS 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.

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.

REGIMEN DE PROTECCIÓN Y LOS LÍMITES MÁXIMOS DE EXPOSICIÓN

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.

INSTALACIÓN Y OPERACIÓN

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:

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.

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 SUPTEL de cumplir con lo establecido en los artículos 6, 7, 13, 14, 15 y 16 del presente Reglamento.

MEDICIONES

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

CONTROL

Artículo 11. Organismo Competente para Realizar las Mediciones. La SUPTEL 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 SUPTEL 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:

1. La firma del acta de puesta en Operación.
2. La operación de nuevas estaciones radioeléctricas fijas.
3. Para verificación de cambios autorizados en la operación de estaciones radioeléctricas fijas.
4. Para fines de administración y control de la SNT o la SUPTEL, en el ámbito de competencias de cada Institución.

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:

La zona de rebasamiento, que comprende el área sobre los límites de exposición ocupacional, y por tanto debe restringirse el acceso a los operarios y al público en general

La zona ocupacional, que comprende el área sobre los límites de exposición poblacional, y por tanto debe restringirse el acceso al público en general

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.

ANEXO 3

ENCUESTA SOBRE LAS RADIOBASES DE TELEFONÍA MÓVIL

1.- ¿Conoce las antenas de Telefonía celular?

a) Si b) No

2.- ¿Cree usted que las emisiones que producen las antenas de telefonía celular causan algún daño en la salud?

a) Si b) No

3.- ¿Si su respuesta fue sí, que síntomas cree que produciría en la salud?

g) Dolores de Cabeza

h) Nauseas

i) Estrés

j) Insomnio

k) Cáncer

l) Otros especifique _____

4.- ¿Dónde usted vive tiene cerca una Radiobases de Telefonía Móvil?

a) Si b) No

5.- ¿A qué distancia se encuentra situada la Radiobases de telefonía celular de donde usted vive?

- a) No muy cerca (35-40 metros aproximadamente)
- b) Cerca (15-20 metros)
- c) Muy cerca (menos de 15 metros)
- d) En su casa

6.- ¿Cree que las Radiobases de Telefonía móvil de las operadoras CONECEL (CLARO), OTECEL (MOVISTAR) y CNT EP (ALEGRO) cumplen con las normas establecidas por la Superintendencia de Telecomunicaciones?

- a) Si
- b) No

7.- ¿Cree que la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL) controla las Radiobases de telefonía móvil de las operadoras CONECEL (CLARO), OTECEL (MOVISTAR) y CNT EP (ALEGRO)?

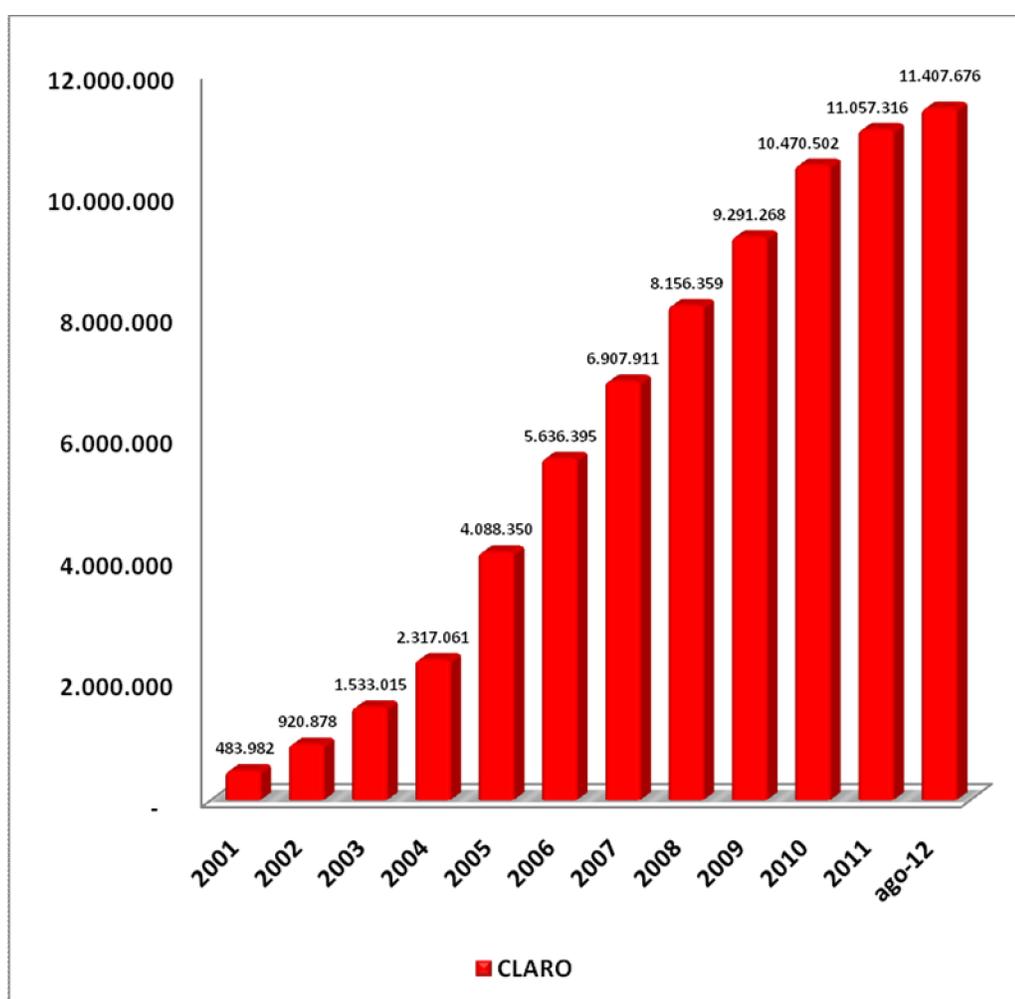
- a) Si
- b) No

ANEXO 4

CRECIMIENTO ANUAL DE ABONADOS EN EL ECUADOR

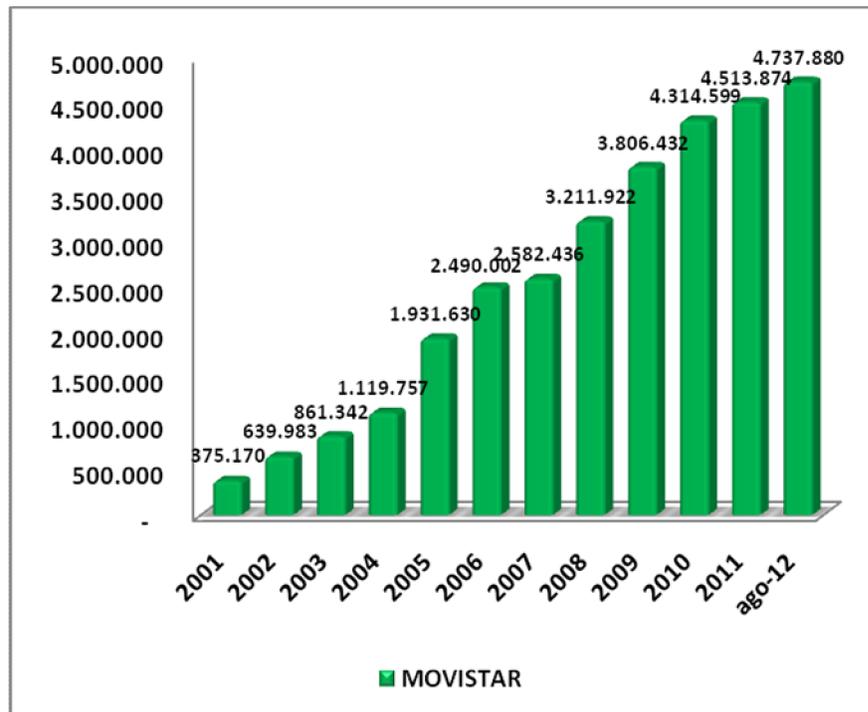
La evolución de las líneas activas del servicio móvil, prestadas a través de terminales de usuario, ha experimentado un acelerado crecimiento como se muestra en los siguientes gráficos.

CONECEL S.A.



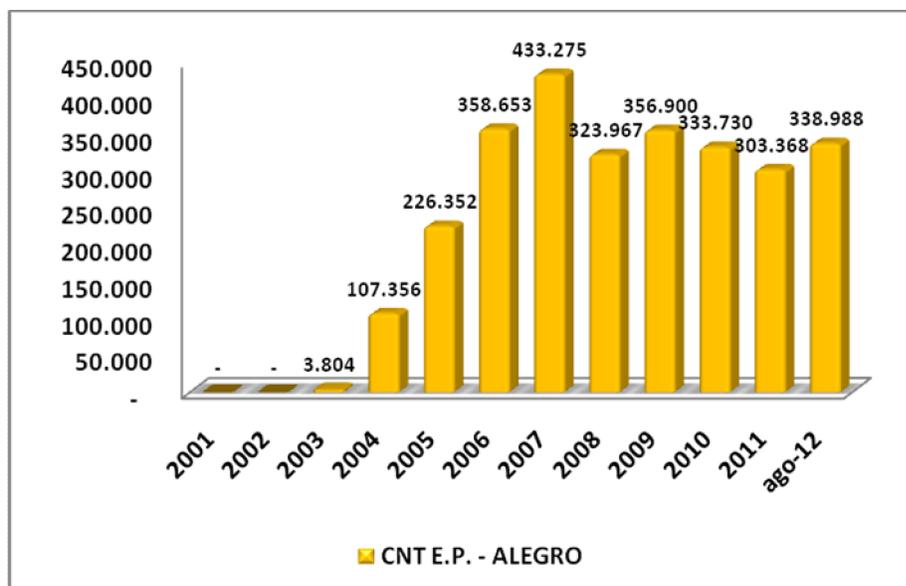
Fuente: CONATEL
Elaborado por: Autores

OTECEL S.A.



Fuente: CONATEL
Elaborado por: Autores

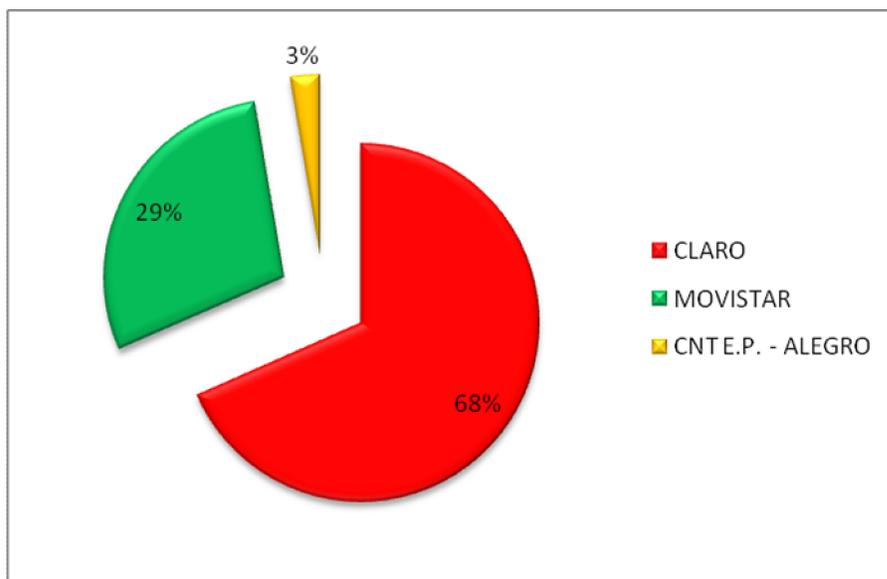
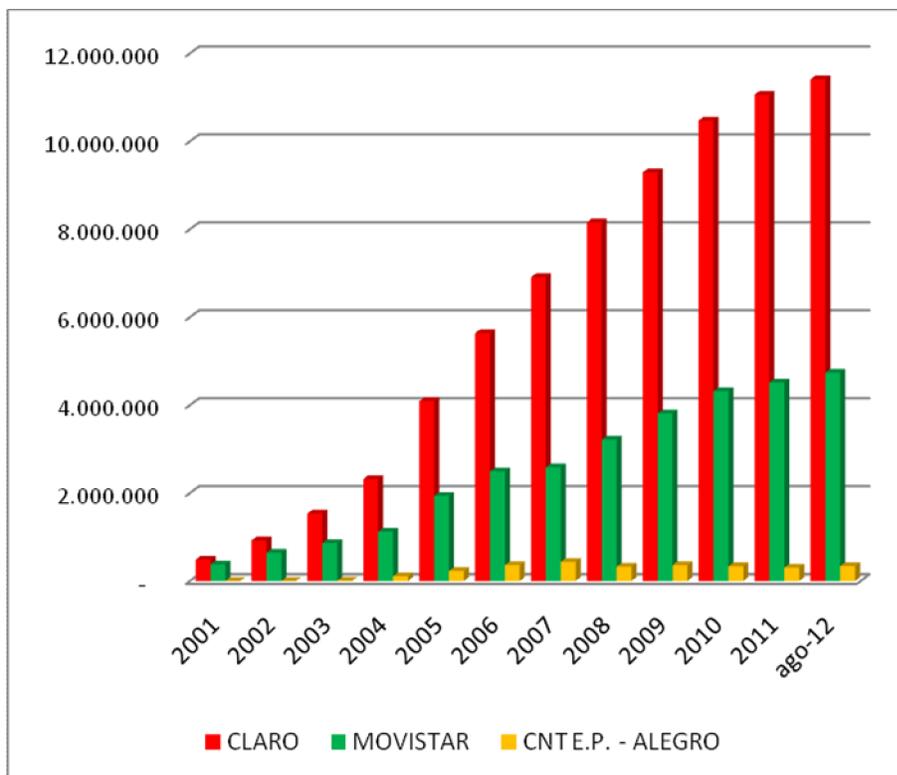
CNT E.P.



Fuente: CONATEL
Elaborado por: Autores

ANEXO 5

ACEPTACIÓN DEL MERCADO ECUATORIANO



Fuente: CONATEL
Elaborado por: Autores

ANEXO 6

DENSIDAD DE POTENCIA 2010

	CNT E.P.	OTECEL S.A	CONECCEL S. A.
1	0,001456	0,001728	0,005839
2	0,001710	0,019970	0,009872
3	0,002461	0,003956	0,006434
4	0,002464	0,016750	0,016470
5	0,001787	0,006249	0,028030
6	0,004533	0,486800	0,558500
7	0,003271	0,597000	0,007269
8	0,000810	0,893700	0,061960
9	0,001560	0,005781	0,005443
10	0,007510	0,248600	0,003367
11	0,010020	0,251200	0,000397
12	0,008725	0,308100	0,011040
13	0,001435	0,246300	0,014810
14	0,004949	0,246800	0,009831
15	0,003533	0,105600	0,003544
16	0,001864	0,247600	0,004823
17	0,003451	0,246700	0,008022
18	0,001734	0,252400	0,019610
19	0,000519	0,249500	0,014790
20	0,001408	0,312000	0,003544
21	0,001072	0,247900	0,000392
22	0,007365	0,310300	0,000431
23	0,012500	0,000299	0,000131
24	0,000261	0,253300	0,001261
25	0,000695	0,401000	0,007538
26	0,005869	0,636500	0,000087
27	0,298500	0,446600	0,000170
28	0,506600	0,267000	0,008701
29	0,296000	0,257100	0,004823
30	0,001400	0,246300	0,000962
31	0,001631	0,943300	0,007286
32	0,009125	0,273700	0,005232
33	0,009596	0,243900	0,000344
34	0,000229	0,000251	0,000260
35	0,000893	0,000256	0,000277
36	0,000600	0,000248	0,000274

	CNT E.P.	OTECEL S.A	CONECEL S. A.
37	0,002290	0,000246	0,000041
38	0,001036	0,000245	0,000347
39	0,005102	0,000248	0,000116
40	0,000742	0,000244	0,000179
41	0,678700	0,000247	0,000271
42	0,000795	0,000610	0,000066
43	0,000573	0,000221	0,000918
44	0,000000	0,000355	0,000484
45	0,000000	0,000444	0,000089
46	0,000000	0,000703	0,000151
47	0,000000	0,002921	0,000072
48	0,000000	0,001725	0,000662
49	0,000000	0,000661	0,000150
50	0,000000	0,000868	0,000028
51	0,000000	0,002600	0,000219
52	0,000000	0,018150	0,000096
53	0,000000	0,000335	0,000046
54	0,000000	0,021500	0,000083
55	0,000000	0,008187	0,000053
56	0,000000	0,009402	0,000333
57	0,000000	0,010060	0,000443
58	0,000000	0,010090	0,000228
59	0,000000	0,009847	0,000155
60	0,000000	0,011170	0,004044
61	0,000000	0,013990	0,000767
62	0,000000	0,014050	0,000241
63	0,000000	0,005694	0,000105
64	0,000000	0,007717	0,000135
65	0,000000	0,004542	0,000051
66	0,000000	0,006740	0,000294
67	0,000000	0,007835	0,000000
68	0,000000	0,018450	0,000000
69	0,000000	0,030780	0,000000
70	0,000000	0,010250	0,000144
71	0,000000	0,001323	0,000287
72	0,000000	0,008392	0,000543
73	0,000000	0,003065	0,000642
74	0,000000	0,010890	0,000632
75	0,000000	0,013080	0,000170

	CNT E.P.	OTECEL S.A	CONECEL S. A.
76	0,000000	0,008807	0,000152
77	0,000000	0,005326	0,000121
78	0,000000	0,006174	0,000160
79	0,000000	0,011650	0,000178
80	0,000000	0,011120	0,000000
81	0,000000	0,008255	0,000097
82	0,000000	0,004862	0,000160
83	0,000000	0,028270	0,024000
84	0,000000	0,008716	0,003389
85	0,000000	0,005496	0,001284
86	0,000000	0,015420	0,003502
87	0,000000	0,005914	0,000382
88	0,000000	0,031670	0,000427
89	0,000000	0,021920	0,001349
90	0,000000	0,012560	0,000000
91	0,000000	0,012560	0,000000
92	0,000000	0,025180	0,000000
93	0,000000	0,005063	0,000000
94	0,000000	0,020030	0,000643
95	0,000000	0,005241	0,007834
96	0,000000	0,014200	0,004405
97	0,000000	0,007313	0,002418
98	0,000000	0,004870	0,003845
99	0,000000	0,004942	0,001970
100	0,000000	0,001695	0,001888
101	0,000000	0,002682	0,008900
102	0,000000	0,004515	0,000000
103	0,000000	0,001441	0,001700
104	0,000000	0,019590	0,003700
105	0,000000	0,000000	0,003200
106	0,000000	0,005110	0,001700
107	0,000000	0,010400	0,013900
108	0,000000	0,004986	0,013300
109	0,000000	0,007324	0,020700
110	0,000000	0,014190	0,010700
111	0,000000	0,010350	0,004300
112	0,000000	0,006848	0,000051
113	0,000000	0,005259	0,000093
114	0,000000	0,014860	0,006422

	CNT E.P.	OTECEL S.A	CONECEL S. A.
115	0,000000	0,010060	0,000077
116	0,000000	0,010060	0,001468
117	0,000000	0,131600	0,000095
118	0,000000	0,005820	0,000305
119	0,000000	0,007621	0,000974
120	0,000000	0,005529	0,000891
121	0,000000	0,003131	0,000884
122	0,000000	0,004724	0,001200
123	0,000000	0,010840	0,016000
124	0,000000	0,005448	0,012000
125	0,000000	0,006212	0,027180
126	0,000000	0,005037	0,002900
127	0,000000	0,020500	0,000400
128	0,000000	0,003327	0,000071
129	0,000000	0,003269	0,000234
130	0,000000	0,005796	0,000236
131	0,000000	0,005302	0,000236
132	0,000000	0,010830	0,000236
133	0,000000	0,006170	0,000164
134	0,000000	0,008908	0,003883
135	0,000000	0,006807	0,004200
136	0,000000	0,008850	0,009000
137	0,000000	0,022830	0,001095
138	0,000000	0,023980	0,000000
139	0,000000	0,008625	0,001704
140	0,000000	0,010770	0,001400
141	0,000000	0,008625	0,010000
142	0,000000	0,005085	0,000000
143	0,000000	0,007456	0,000552
144	0,000000	0,025400	0,000202
145	0,000000	0,007439	0,001162
146	0,000000	0,015430	0,000240
147	0,000000	0,005344	0,000428
148	0,000000	0,003141	0,000213
149	0,000000	0,009398	0,009600
150	0,000000	0,014860	0,003100
151	0,000000	0,003614	0,008200
152	0,000000	0,002398	0,005100
153	0,000000	0,007250	0,002600

	CNT E.P.	OTECEL S.A	CONECEL S. A.
154	0,000000	0,012300	0,007800
155	0,000000	0,021060	0,000600
156	0,000000	0,009209	0,003100
157	0,000000	0,769800	0,000000
158	0,000000	0,007246	0,007900
159	0,000000	0,002873	0,000000
160	0,000000	0,000000	0,003200
161	0,000000	0,000000	0,009900
162	0,000000	0,000000	0,002400
163	0,000000	0,000000	0,000000
164	0,000000	0,000000	0,007800
165	0,000000	0,000000	0,005000
166	0,000000	0,000000	0,003958
167	0,000000	0,000000	0,003502
168	0,000000	0,000000	0,019100
169	0,000000	0,000000	0,002600
170	0,000000	0,000000	0,003100
171	0,000000	0,000000	0,002100
172	0,000000	0,000000	0,006000
173	0,000000	0,000000	0,000000
174	0,000000	0,000000	0,001200
175	0,000000	0,000000	0,000700
176	0,000000	0,000000	0,000166
177	0,000000	0,000000	0,001431
178	0,000000	0,000000	0,000288
179	0,000000	0,000000	0,000338
180	0,000000	0,000000	0,000219
181	0,000000	0,000000	0,000357
182	0,000000	0,000000	0,002545
183	0,000000	0,000000	0,005793
184	0,000000	0,000000	0,008601
185	0,000000	0,000000	0,001100
186	0,000000	0,000000	0,056135
187	0,000000	0,000000	0,008830
188	0,000000	0,000000	0,009910
189	0,000000	0,000000	0,000321
190	0,000000	0,000000	0,001448
191	0,000000	0,000000	0,008870
192	0,000000	0,000000	0,765400

	CNT E.P.	OTECEL S.A	CONECEL S. A.
193	0,000000	0,000000	0,005100
194	0,000000	0,000000	0,004741
195	0,000000	0,000000	0,002700
196	0,000000	0,000000	0,000000
197	0,000000	0,000000	0,001700
198	0,000000	0,000000	0,005700
199	0,000000	0,000000	0,005700
200	0,000000	0,000000	0,003900
201	0,000000	0,000000	0,003500
202	0,000000	0,000000	0,000311
203	0,000000	0,000000	0,000223
204	0,000000	0,000000	0,000722
205	0,000000	0,000000	0,000154
206	0,000000	0,000000	0,000188
207	0,000000	0,000000	0,000148
208	0,000000	0,000000	0,021400
209	0,000000	0,000000	0,029440
210	0,000000	0,000000	0,000000
211	0,000000	0,000000	0,003900
212	0,000000	0,000000	0,000152
213	0,000000	0,000000	0,002965
214	0,000000	0,000000	0,001400
215	0,000000	0,000000	0,005500
216	0,000000	0,000000	0,000000
217	0,000000	0,000000	0,000000
218	0,000000	0,000000	0,005400
219	0,000000	0,000000	0,005400
220	0,000000	0,000000	0,000000
221	0,000000	0,000000	0,000000
222	0,000000	0,000000	0,000000
223	0,000000	0,000000	0,001300
224	0,000000	0,000000	0,000234
225	0,000000	0,000000	0,005000
226	0,000000	0,000000	0,109000
227	0,000000	0,000000	0,001400
228	0,000000	0,000000	0,000000
229	0,000000	0,000000	0,000000
230	0,000000	0,000000	0,002800
231	0,000000	0,000000	0,000305

	CNT E.P.	OTECEL S.A	CONECEL S. A.
232	0,000000	0,000000	0,000000
233	0,000000	0,000000	0,009500
234	0,000000	0,000000	0,000000
235	0,000000	0,000000	0,000000
236	0,000000	0,000000	0,000000
237	0,000000	0,000000	0,000000
238	0,000000	0,000000	0,002700
239	0,000000	0,000000	0,000000
240	0,000000	0,000000	0,000000
241	0,000000	0,000000	0,000000
242	0,000000	0,000000	0,000000
243	0,000000	0,000000	0,000000
244	0,000000	0,000000	0,000000
245	0,000000	0,000000	0,002900
246	0,000000	0,000000	0,000000
247	0,000000	0,000000	0,012700
248	0,000000	0,000000	0,002200
249	0,000000	0,000000	0,004700
250	0,000000	0,000000	0,000000
251	0,000000	0,000000	0,000000
252	0,000000	0,000000	0,004316
253	0,000000	0,000000	0,000000
254	0,000000	0,000000	0,000000
255	0,000000	0,000000	0,004500
256	0,000000	0,000000	0,001152
257	0,000000	0,000000	0,000491
258	0,000000	0,000000	0,000000
259	0,000000	0,000000	0,000166
260	0,000000	0,000000	0,001151
261	0,000000	0,000000	0,001338
262	0,000000	0,000000	0,000621
263	0,000000	0,000000	0,000198
264	0,000000	0,000000	0,000198
265	0,000000	0,000000	0,000800
266	0,000000	0,000000	0,004800
267	0,000000	0,000000	0,001200
268	0,000000	0,000000	0,001100
269	0,000000	0,000000	0,004400
270	0,000000	0,000000	0,002300

	CNT E.P.	OTECEL S.A	CONECEL S. A.
271	0,000000	0,000000	0,001600
272	0,000000	0,000000	0,005000
273	0,000000	0,000000	0,000000
274	0,000000	0,000000	0,002600
275	0,000000	0,000000	0,000200
276	0,000000	0,000000	0,003000
277	0,000000	0,000000	0,008600
278	0,000000	0,000000	0,001200
279	0,000000	0,000000	0,001300
280	0,000000	0,000000	0,001100
281	0,000000	0,000000	0,000152
282	0,000000	0,000000	0,000152
283	0,000000	0,000000	0,000356
284	0,000000	0,000000	0,000186
285	0,000000	0,000000	0,000167
286	0,000000	0,000000	0,000149
287	0,000000	0,000000	0,000000
288	0,000000	0,000000	0,004200
289	0,000000	0,000000	0,002700
290	0,000000	0,000000	0,002100
291	0,000000	0,000000	0,007700
292	0,000000	0,000000	0,001100
293	0,000000	0,000000	0,007800
294	0,000000	0,000000	0,000600
295	0,000000	0,000000	0,006000
296	0,000000	0,000000	0,000046
297	0,000000	0,000000	0,000000
298	0,000000	0,000000	0,001919
299	0,000000	0,000000	0,000000
300	0,000000	0,000000	0,001999
301	0,000000	0,000000	0,000328
302	0,000000	0,000000	0,000000
303	0,000000	0,000000	0,001661
304	0,000000	0,000000	0,000114
305	0,000000	0,000000	0,000000
306	0,000000	0,000000	0,000000
307	0,000000	0,000000	0,000000
308	0,000000	0,000000	0,000000
309	0,000000	0,000000	0,000000

	CNT E.P.	OTECEL S.A	CONECEL S. A.
310	0,000000	0,000000	0,000000
311	0,000000	0,000000	0,000000
312	0,000000	0,000000	0,000000
313	0,000000	0,000000	0,000000
314	0,000000	0,000000	0,000000
315	0,000000	0,000000	0,000000
316	0,000000	0,000000	0,000000
317	0,000000	0,000000	0,000000
318	0,000000	0,000000	0,000000
319	0,000000	0,000000	0,000000
320	0,000000	0,000000	0,000000
321	0,000000	0,000000	0,000000
322	0,000000	0,000000	0,000000
323	0,000000	0,000000	0,000895
324	0,000000	0,000000	0,015510
325	0,000000	0,000000	0,005735
326	0,000000	0,000000	0,001721
327	0,000000	0,000000	0,000000
328	0,000000	0,000000	0,012550
329	0,000000	0,000000	0,000000
330	0,000000	0,000000	0,000000
331	0,000000	0,000000	0,000000
332	0,000000	0,000000	0,002300
333	0,000000	0,000000	0,001200
334	0,000000	0,000000	0,005700
335	0,000000	0,000000	0,001400
336	0,000000	0,000000	0,005400
337	0,000000	0,000000	0,002800
338	0,000000	0,000000	0,001600
339	0,000000	0,000000	0,000000
340	0,000000	0,000000	0,000900
341	0,000000	0,000000	0,001400
342	0,000000	0,000000	0,000000
343	0,000000	0,000000	0,001900
344	0,000000	0,000000	0,003478
345	0,000000	0,000000	0,004275
346	0,000000	0,000000	0,004275
347	0,000000	0,000000	0,000900
348	0,000000	0,000000	0,002921

	CNT EP	OTECEL S.A	CONECEL S. A.
349	0,000000	0,000000	0,000000
350	0,000000	0,000000	0,000000
351	0,000000	0,000000	0,000000
352	0,000000	0,000000	0,003018
353	0,000000	0,000000	0,000000
354	0,000000	0,000000	0,000000
355	0,000000	0,000000	0,000000
356	0,000000	0,000000	0,000000
357	0,000000	0,000000	0,000000
358	0,000000	0,000000	0,000000
359	0,000000	0,000000	0,000000
360	0,000000	0,000000	0,000000
361	0,000000	0,000000	0,000000
362	0,000000	0,000000	0,000000
363	0,000000	0,000000	0,000000
364	0,000000	0,000000	0,000000
365	0,000000	0,000000	0,000000
366	0,000000	0,000000	0,000000
367	0,000000	0,000000	0,002300
368	0,000000	0,000000	0,000000
369	0,000000	0,000000	0,002980
370	0,000000	0,000000	0,001200
371	0,000000	0,000000	0,031460
372	0,000000	0,000000	0,002800
373	0,000000	0,000000	0,000000
374	0,000000	0,000000	0,003200
375	0,000000	0,000000	0,001600
376	0,000000	0,000000	0,000900
377	0,000000	0,000000	0,007800
378	0,000000	0,000000	0,002000
379	0,000000	0,000000	0,005300
380	0,000000	0,000000	0,001100
381	0,000000	0,000000	0,000093
382	0,000000	0,000000	0,000048

CAMPO ELECTRICO 2010			
	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
1	0,740900	0,807100	1,483679
2	0,802900	2,278400	1,929182
3	0,963200	1,221200	1,557440
4	0,963800	2,512900	2,491825
5	0,820800	1,534900	3,250740
6	1,307300	13,547100	14,510496
7	1,110500	15,002300	1,655419
8	0,552600	18,355500	4,833107
9	0,766900	1,476300	1,432484
10	1,682600	9,681000	1,126658
11	1,943600	9,731500	0,386871
12	1,813600	10,777500	2,040118
13	0,735500	9,636100	2,362916
14	1,365900	9,645900	1,925172
15	1,154100	6,309600	1,155893
16	0,838300	9,661500	1,348433
17	1,140600	9,644000	1,739050
18	0,808500	9,754700	2,719002
19	0,442400	9,698500	2,361320
20	0,728600	10,845500	1,155893
21	0,635700	9,667400	0,384427
22	1,666300	10,815900	0,403097
23	2,170800	0,336000	0,222232
24	0,313400	9,772100	0,689490
25	0,511700	12,295400	1,685772
26	1,487500	15,490700	0,181105
27	10,608200	12,975700	0,253160
28	13,819800	10,032900	1,811153
29	10,563700	9,845100	1,348433
30	0,726500	9,636100	0,602224
31	0,784100	18,858000	1,657354
32	1,854800	10,158000	1,404444
33	1,902000	9,589100	0,360122
34	0,294100	0,307400	0,313081
35	0,580200	0,310800	0,323155
36	0,475400	0,305700	0,321400
37	0,929200	0,304600	0,124326

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
38	0,625000	0,303700	0,361689
39	1,386900	0,305800	0,209122
40	0,528700	0,303400	0,259775
41	15,995900	0,304800	0,319636
42	0,547400	0,479600	0,157740
43	0,464700	0,288700	0,588291
44	0,000000	0,365700	0,427163
45	0,000000	0,409000	0,183175
46	0,000000	0,514700	0,238594
47	0,000000	1,049400	0,164754
48	0,000000	0,806400	0,499574
49	0,000000	0,499100	0,237802
50	0,000000	0,571900	0,102742
51	0,000000	0,990100	0,287338
52	0,000000	2,616800	0,190242
53	0,000000	0,355500	0,131689
54	0,000000	2,847000	0,176893
55	0,000000	1,756800	0,141354
56	0,000000	1,882700	0,354318
57	0,000000	1,947500	0,408670
58	0,000000	1,950400	0,293183
59	0,000000	1,926700	0,241733
60	0,000000	2,052100	1,234742
61	0,000000	2,296600	0,537735
62	0,000000	2,301500	0,301425
63	0,000000	1,465100	0,198960
64	0,000000	1,705700	0,225599
65	0,000000	1,308600	0,138661
66	0,000000	1,594000	0,332923
67	0,000000	1,718700	0,000000
68	0,000000	2,637400	0,000000
69	0,000000	3,406500	0,000000
70	0,000000	1,965800	0,232998
71	0,000000	0,706200	0,328936
72	0,000000	1,778700	0,452450
73	0,000000	1,074900	0,491970
74	0,000000	2,026200	0,488123
75	0,000000	2,220600	0,253160
76	0,000000	1,822000	0,239383

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
77	0,000000	1,417000	0,213581
78	0,000000	1,525600	0,245601
79	0,000000	2,095700	0,259048
80	0,000000	2,047500	0,000000
81	0,000000	1,764100	0,191600
82	0,000000	1,353900	0,245400
83	0,000000	3,264600	3,007989
84	0,000000	1,812700	1,130333
85	0,000000	1,439400	0,695750
86	0,000000	2,411100	0,000000
87	0,000000	1,493200	0,379492
88	0,000000	3,455400	0,401222
89	0,000000	0,000000	0,713143
90	0,000000	0,000000	0,000000
91	0,000000	0,000000	0,000000
92	0,000000	0,000000	0,000000
93	0,000000	0,000000	0,000000
94	0,000000	0,000000	0,492353
95	0,000000	0,000000	1,718551
96	0,000000	0,000000	1,288676
97	0,000000	0,000000	0,954770
98	0,000000	0,000000	1,203979
99	0,000000	0,000000	0,861795
100	0,000000	0,000000	0,843668
101	0,000000	0,000000	1,831700
102	0,000000	0,000000	0,000000
103	0,000000	2,113600	0,800562
104	0,000000	0,000000	1,181100
105	0,000000	0,000000	1,098362
106	0,000000	0,000000	0,800562
107	0,000000	0,000000	2,289170
108	0,000000	0,000000	2,239219
109	0,000000	0,000000	2,793546
110	0,000000	0,000000	2,008457
111	0,000000	0,000000	1,273224
112	0,000000	0,000000	0,138661
113	0,000000	0,000000	0,187246
114	0,000000	0,000000	1,555987
115	0,000000	0,000000	0,170379

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
116	0,000000	0,000000	0,743933
117	0,000000	0,000000	0,189249
118	0,000000	0,000000	0,339094
119	0,000000	0,000000	0,605969
120	0,000000	0,000000	0,579575
121	0,000000	0,000000	0,577294
122	0,000000	0,000000	0,672607
123	0,000000	0,000000	2,456013
124	0,000000	0,000000	2,126970
125	0,000000	0,000000	3,201072
126	0,000000	0,000000	1,045610
127	0,000000	0,000000	0,388330
128	0,000000	0,000000	0,163606
129	0,000000	0,000000	0,297015
130	0,000000	0,000000	0,298282
131	0,000000	0,000000	0,298282
132	0,000000	0,000000	0,298282
133	0,000000	0,000000	0,248652
134	0,000000	0,000000	1,209914
135	0,000000	0,000000	1,258332
136	0,000000	0,000000	1,842010
137	0,000000	0,000000	0,642507
138	0,000000	0,000000	0,000000
139	0,000000	0,000000	0,801504
140	0,000000	0,000000	0,726498
141	0,000000	0,000000	1,941649
142	0,000000	0,000000	0,000000
143	0,000000	0,000000	0,456184
144	0,000000	0,000000	0,275960
145	0,000000	0,000000	0,661872
146	0,000000	0,000000	0,300799
147	0,000000	0,000000	0,401691
148	0,000000	0,000000	0,283374
149	0,000000	0,000000	1,902420
150	0,000000	0,000000	1,081064
151	0,000000	0,000000	1,758238
152	0,000000	0,000000	1,386615
153	0,000000	0,000000	0,990051
154	0,000000	0,000000	1,714818

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
155	0,000000	0,000000	0,475605
156	0,000000	0,000000	1,081100
157	0,000000	0,000000	0,000000
158	0,000000	0,000000	1,725800
159	0,000000	0,000000	0,000000
160	0,000000	0,000000	1,098400
161	0,000000	0,000000	1,931900
162	0,000000	0,000000	0,951210
163	0,000000	0,000000	0,000000
164	0,000000	0,000000	1,714800
165	0,000000	0,000000	1,373000
166	0,000000	0,000000	1,221500
167	0,000000	0,000000	1,149023
168	0,000000	0,000000	2,683412
169	0,000000	0,000000	0,990100
170	0,000000	0,000000	1,081064
171	0,000000	0,000000	0,889775
172	0,000000	0,000000	1,503995
173	0,000000	0,000000	0,000000
174	0,000000	0,000000	0,672607
175	0,000000	0,000000	0,513712
176	0,000000	0,000000	0,250164
177	0,000000	0,000000	0,734498
178	0,000000	0,000000	0,329509
179	0,000000	0,000000	0,356968
180	0,000000	0,000000	0,287338
181	0,000000	0,000000	0,366864
182	0,000000	0,000000	0,979523
183	0,000000	0,000000	1,477823
184	0,000000	0,000000	1,800716
185	0,000000	0,000000	0,643972
186	0,000000	0,000000	4,600315
187	0,000000	0,000000	1,824530
188	0,000000	0,000000	1,932892
189	0,000000	0,000000	0,347875
190	0,000000	0,000000	0,738848
191	0,000000	0,000000	1,828658
192	0,000000	0,000000	16,986930
193	0,000000	0,000000	1,386615

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
194	0,000000	0,000000	1,336921
195	0,000000	0,000000	1,008910
196	0,000000	0,000000	0,000000
197	0,000000	0,000000	0,800562
198	0,000000	0,000000	1,465913
199	0,000000	0,000000	1,465913
200	0,000000	0,000000	1,212559
201	0,000000	0,000000	1,148695
202	0,000000	0,000000	0,342413
203	0,000000	0,000000	0,289950
204	0,000000	0,000000	0,521722
205	0,000000	0,000000	0,240952
206	0,000000	0,000000	0,266225
207	0,000000	0,000000	0,236212
208	0,000000	0,000000	2,840387
209	0,000000	0,000000	3,331498
210	0,000000	0,000000	0,000000
211	0,000000	0,000000	1,212559
212	0,000000	0,000000	0,239383
213	0,000000	0,000000	1,057263
214	0,000000	0,000000	0,726498
215	0,000000	0,000000	1,439965
216	0,000000	0,000000	0,000000
217	0,000000	0,000000	0,000000
218	0,000000	0,000000	1,426815
219	0,000000	0,000000	1,426815
220	0,000000	0,000000	0,000000
221	0,000000	0,000000	0,000000
222	0,000000	0,000000	1,138475
223	0,000000	0,000000	0,700071
224	0,000000	0,000000	0,297015
225	0,000000	0,000000	1,372953
226	0,000000	0,000000	6,410382
227	0,000000	0,000000	0,726498
228	0,000000	0,000000	0,000000
229	0,000000	0,000000	0,000000
230	0,000000	0,000000	1,027424
231	0,000000	0,000000	0,339094
232	0,000000	0,000000	0,000000

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
233	0,000000	0,000000	1,892485
234	0,000000	0,000000	0,000000
235	0,000000	0,000000	0,000000
236	0,000000	0,000000	0,000000
237	0,000000	0,000000	0,000000
238	0,000000	0,000000	1,008910
239	0,000000	0,000000	0,000000
240	0,000000	0,000000	0,000000
241	0,000000	0,000000	0,000000
242	0,000000	0,000000	0,000000
243	0,000000	0,000000	0,000000
244	0,000000	0,000000	0,000000
245	0,000000	0,000000	1,045610
246	0,000000	0,000000	0,000000
247	0,000000	0,000000	2,188127
248	0,000000	0,000000	0,910714
249	0,000000	0,000000	1,331127
250	0,000000	0,000000	0,000000
251	0,000000	0,000000	0,000000
252	0,000000	0,000000	1,275591
253	0,000000	0,000000	0,000000
254	0,000000	0,000000	0,000000
255	0,000000	0,000000	1,302498
256	0,000000	0,000000	0,659017
257	0,000000	0,000000	0,430241
258	0,000000	0,000000	0,000000
259	0,000000	0,000000	0,250164
260	0,000000	0,000000	0,658731
261	0,000000	0,000000	0,710230
262	0,000000	0,000000	0,483856
263	0,000000	0,000000	0,273214
264	0,000000	0,000000	0,273214
265	0,000000	0,000000	0,549181
266	0,000000	0,000000	1,345214
267	0,000000	0,000000	0,672607
268	0,000000	0,000000	0,643972
269	0,000000	0,000000	1,287944
270	0,000000	0,000000	0,931182
271	0,000000	0,000000	0,776660

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
272	0,000000	0,000000	1,372953
273	0,000000	0,000000	0,000000
274	0,000000	0,000000	0,990051
275	0,000000	0,000000	0,274591
276	0,000000	0,000000	1,063485
277	0,000000	0,000000	1,800611
278	0,000000	0,000000	0,672607
279	0,000000	0,000000	0,700071
280	0,000000	0,000000	0,643972
281	0,000000	0,000000	0,239383
282	0,000000	0,000000	0,239383
283	0,000000	0,000000	0,366350
284	0,000000	0,000000	0,264806
285	0,000000	0,000000	0,250916
286	0,000000	0,000000	0,237008
287	0,000000	0,000000	0,000000
288	0,000000	0,000000	1,258332
289	0,000000	0,000000	1,008910
290	0,000000	0,000000	0,889775
291	0,000000	0,000000	1,703790
292	0,000000	0,000000	0,643972
293	0,000000	0,000000	1,714818
294	0,000000	0,000000	0,475605
295	0,000000	0,000000	1,503995
296	0,000000	0,000000	0,131689
297	0,000000	0,000000	0,000000
298	0,000000	0,000000	0,850566
299	0,000000	0,000000	0,000000
300	0,000000	0,000000	0,868115
301	0,000000	0,000000	0,351648
302	0,000000	0,000000	0,000000
303	0,000000	0,000000	0,791326
304	0,000000	0,000000	0,207311
305	0,000000	0,000000	0,000000
306	0,000000	0,000000	0,000000
307	0,000000	0,000000	0,000000
308	0,000000	0,000000	0,000000
309	0,000000	0,000000	0,000000
310	0,000000	0,000000	0,000000

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
311	0,000000	0,000000	0,000000
312	0,000000	0,000000	0,000000
313	0,000000	0,000000	0,000000
314	0,000000	0,000000	0,000000
315	0,000000	0,000000	0,000000
316	0,000000	0,000000	0,000000
317	0,000000	0,000000	0,000000
318	0,000000	0,000000	0,000000
319	0,000000	0,000000	0,000000
320	0,000000	0,000000	0,000000
321	0,000000	0,000000	0,000000
322	0,000000	0,000000	0,000000
323	0,000000	0,000000	0,580874
324	0,000000	0,000000	2,418113
325	0,000000	0,000000	1,470406
326	0,000000	0,000000	0,805492
327	0,000000	0,000000	0,000000
328	0,000000	0,000000	2,175167
329	0,000000	0,000000	0,000000
330	0,000000	0,000000	0,000000
331	0,000000	0,000000	0,000000
332	0,000000	0,000000	0,931182
333	0,000000	0,000000	0,672607
334	0,000000	0,000000	1,465913
335	0,000000	0,000000	0,726498
336	0,000000	0,000000	1,426815
337	0,000000	0,000000	1,027424
338	0,000000	0,000000	0,776660
339	0,000000	0,000000	0,000000
340	0,000000	0,000000	0,582495
341	0,000000	0,000000	0,726498
342	0,000000	0,000000	0,000000
343	0,000000	0,000000	0,846345
344	0,000000	0,000000	1,145079
345	0,000000	0,000000	1,269518
346	0,000000	0,000000	1,269518
347	0,000000	0,000000	0,582495
348	0,000000	0,000000	1,049389
349	0,000000	0,000000	0,000000

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
350	0,000000	0,000000	0,000000
351	0,000000	0,000000	0,000000
352	0,000000	0,000000	1,066671
353	0,000000	0,000000	0,000000
354	0,000000	0,000000	0,000000
355	0,000000	0,000000	0,000000
356	0,000000	0,000000	0,000000
357	0,000000	0,000000	0,000000
358	0,000000	0,000000	0,000000
359	0,000000	0,000000	0,000000
360	0,000000	0,000000	0,000000
361	0,000000	0,000000	0,000000
362	0,000000	0,000000	0,000000
363	0,000000	0,000000	0,000000
364	0,000000	0,000000	0,000000
365	0,000000	0,000000	0,000000
366	0,000000	0,000000	0,000000
367	0,000000	0,000000	0,931182
368	0,000000	0,000000	0,000000
369	0,000000	0,000000	1,059934
370	0,000000	0,000000	0,672607
371	0,000000	0,000000	3,443896
372	0,000000	0,000000	1,027424
373	0,000000	0,000000	0,000000
374	0,000000	0,000000	1,098362
375	0,000000	0,000000	0,776660
376	0,000000	0,000000	0,582495
377	0,000000	0,000000	1,714818
378	0,000000	0,000000	0,868332
379	0,000000	0,000000	1,413542
380	0,000000	0,000000	0,643972
381	0,000000	0,000000	0,187246
382	0,000000	0,000000	0,134521

DENSIDAD DE POTENCIA 2011			
	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
1	0,005882	0,002617	0,008716
2	0,005013	0,005925	0,000219
3	0,004690	0,002461	0,003200
4	0,000662	0,005107	0,015800
5	0,002465	0,001787	0,004800
6	0,010830	0,004533	0,002300
7	0,008625	0,003271	0,008400
8	0,002873	0,007510	0,005300
9	0,008022	0,010020	0,001100
10	0,000443	0,001400	0,000500
11	0,000236	0,008725	0,001000
12	0,002511	0,001435	0,002300
13	0,001200	0,004949	0,008800
14	0,020700	0,003533	0,005735
15	0,000800	0,001864	0,001721
16	0,001100	0,003451	0,012550
17	0,002600	0,001734	0,001600
18	0,003000	0,000519	0,001400
19	0,007700	0,001408	0,003478
20	0,001300	0,007365	0,004275
21	0,002900	0,012500	0,000900
22	0,004500	0,000261	0,000114
23	0,000135	0,298500	0,000806
24	0,000046	0,000643	0,000700
25	0,008000	0,000034	0,000895
26	0,001999	0,019100	0,000149
27	0,001100	0,002400	0,002700
28	0,001734	0,000549	0,002400
29	0,031460	0,000434	0,006129
30	0,005704	0,000368	0,009500
31	0,001786	0,000355	0,012700
32	0,001712	0,000800	0,009800
33	0,000499	0,001000	0,004700
34	0,000512	0,000366	0,005839
35	0,000900	0,001100	0,000491
36	0,001900	0,001300	0,000166
37	0,031460	0,002500	0,001151
38	0,002300	0,000320	0,001338

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
39	0,001919	0,002100	0,000198
40	0,001999	0,009900	0,004400
41	0,000328	0,009300	0,008600
42	0,007700	0,002980	0,001200
43	0,001100	0,002800	0,001100
44	0,008000	0,003400	0,000152
45	0,000600	0,001600	0,000356
46	0,000046	0,000900	0,000186
47	0,000135	0,002000	0,000167
48	0,002900	0,000200	0,003900
49	0,004500	0,004600	0,003500
50	0,000700	0,000051	0,000311
51	0,004800	0,001200	0,000223
52	0,001100	0,001400	0,000154
53	0,002300	0,005400	0,000188
54	0,002600	0,002800	0,021400
55	0,000200	0,000900	0,000152
56	0,003000	0,006102	0,002965
57	0,003358	0,000800	0,001400
58	0,005500	0,002921	0,005400
59	0,005400	0,001661	0,003438
60	0,001300	0,000775	0,000234
61	0,765400	0,008755	0,010900
62	0,005100	0,004200	0,002100
63	0,020700	0,000335	0,002800
64	0,000400	0,000152	0,001578
65	0,000236	0,002700	0,000338
66	0,000135	0,002200	0,002545
67	0,000512	0,001152	0,008601
68	0,000662	0,000621	0,001400
69	0,000443	0,000198	0,056135
70	0,008625	0,001200	0,008830
71	0,002873	0,016000	0,009910
72	0,008022	0,005000	0,000321
73	0,010830	0,001300	0,001448
74	0,000000	0,005700	0,000552
75	0,000000	0,005700	0,000202
76	0,000000	0,000722	0,001162
77	0,000000	0,000148	0,000240

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
78	0,000000	0,029400	0,000213
79	0,000000	0,003900	0,009600
80	0,000000	0,000177	0,003100
81	0,000000	0,000182	0,008200
82	0,000000	0,005300	0,005100
83	0,000000	0,000288	0,002600
84	0,000000	0,000357	0,000600
85	0,000000	0,005793	0,003100
86	0,000000	0,008870	0,007900
87	0,000000	0,004741	0,003200
88	0,000000	0,002700	0,009900
89	0,000000	0,001700	0,007800
90	0,000000	0,010000	0,005000
91	0,000000	0,000428	0,003502
92	0,000000	0,007800	0,002600
93	0,000000	0,002400	0,003100
94	0,000000	0,019100	0,002100
95	0,000000	0,000600	0,000700
96	0,000000	0,001200	0,000166
97	0,000000	0,002332	0,003845
98	0,000000	0,003200	0,001888
99	0,000000	0,024000	0,008900
100	0,000000	0,000270	0,001700
101	0,000000	0,000095	0,003700
102	0,000000	0,001200	0,013900
103	0,000000	0,012000	0,013300
104	0,000000	0,027100	0,010700
105	0,000000	0,000071	0,004300
106	0,000000	0,000236	0,000051
107	0,000000	0,009000	0,000093
108	0,000000	0,001095	0,006422
109	0,000000	0,000054	0,001468
110	0,000000	0,001349	0,000305
111	0,000000	0,000389	0,000974
112	0,000000	0,013900	0,000891
113	0,000000	0,001900	0,000884
114	0,000000	0,000370	0,016000
115	0,000000	0,000643	0,002900
116	0,000000	0,000034	0,000234

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
117	0,000000	0,000643	0,000236
118	0,000000	0,004405	0,000164
119	0,000000	0,000051	0,003883
120	0,000000	0,000294	0,004200
121	0,000000	0,000155	0,001704
122	0,000000	0,000178	0,001400
123	0,000000	0,000370	0,000072
124	0,000000	0,000382	0,000253
125	0,000000	0,000427	0,000117
126	0,000000	0,000362	0,000129
127	0,000000	0,000210	0,000400
128	0,000000	0,014790	0,000362
129	0,000000	0,001261	0,000378
130	0,000000	0,004823	0,000367
131	0,000000	0,000041	0,000369
132	0,000000	0,000028	0,000919
133	0,000000	0,000219	0,000367
134	0,000000	0,000083	0,000118
135	0,000000	0,007456	0,000176
136	0,000000	0,015430	0,000366
137	0,000000	0,006891	0,000079
138	0,000000	0,007246	0,001900
139	0,000000	0,005839	0,002900
140	0,000000	0,009872	0,001500
141	0,000000	0,016470	0,000246
142	0,000000	0,558500	0,000378
143	0,000000	0,006142	0,003128
144	0,000000	0,000397	0,005337
145	0,000000	0,004823	0,000524
146	0,000000	0,020030	0,000212
147	0,000000	0,010350	0,000643
148	0,000000	0,014860	0,001987
149	0,000000	0,131600	0,002418
150	0,000000	0,003131	0,000241
151	0,000000	0,010840	0,000105
152	0,000000	0,005448	0,000144
153	0,000000	0,006212	0,000287
154	0,000000	0,005037	0,000543
155	0,000000	0,003327	0,000642

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
156	0,000000	0,010060	0,000632
157	0,000000	0,246800	0,000170
158	0,000000	0,105600	0,000152
159	0,000000	0,246700	0,000160
160	0,000000	0,252400	0,000097
161	0,000000	0,249500	0,000660
162	0,000000	0,000299	0,000208
163	0,000000	0,943300	0,000296
164	0,000000	0,000251	0,000876
165	0,000000	0,506600	0,003003
166	0,000000	0,296000	0,000970
167	0,000000	0,678700	0,000382
168	0,000000	0,000000	0,000361
169	0,000000	0,000000	0,000362
170	0,000000	0,000000	0,000363
171	0,000000	0,000000	0,000367
172	0,000000	0,000000	0,000068
173	0,000000	0,000000	0,000271
174	0,000000	0,000000	0,000041
175	0,000000	0,000000	0,000181
176	0,000000	0,000000	0,000083
177	0,000000	0,000000	0,000177
178	0,000000	0,000000	0,019610
179	0,000000	0,000000	0,003544
180	0,000000	0,000000	0,000392
181	0,000000	0,000000	0,000431
182	0,000000	0,000000	0,000131
183	0,000000	0,000000	0,007538
184	0,000000	0,000000	0,000087
185	0,000000	0,000000	0,000491
186	0,000000	0,000000	0,008701
187	0,000000	0,000000	0,000962
188	0,000000	0,000000	0,009037
189	0,000000	0,000000	0,005232
190	0,000000	0,000000	0,000344
191	0,000000	0,000000	0,000260
192	0,000000	0,000000	0,000277
193	0,000000	0,000000	0,000274
194	0,000000	0,000000	0,000695

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
195	0,000000	0,000000	0,000116
196	0,000000	0,000000	0,000208
197	0,000000	0,000000	0,000271
198	0,000000	0,000000	0,000066
199	0,000000	0,000000	0,000918
200	0,000000	0,000000	0,000484
201	0,000000	0,000000	0,000089
202	0,000000	0,000000	0,000151
203	0,000000	0,000000	0,000072
204	0,000000	0,000000	0,000150
205	0,000000	0,000000	0,000093
206	0,000000	0,000000	0,000046
207	0,000000	0,000000	0,000053
208	0,000000	0,000000	0,000333
209	0,000000	0,000000	0,000228
210	0,000000	0,000000	0,000155
211	0,000000	0,000000	0,004044
212	0,000000	0,000000	0,000767
213	0,000000	0,000000	0,006807
214	0,000000	0,000000	0,008850
215	0,000000	0,000000	0,022830
216	0,000000	0,000000	0,023980
217	0,000000	0,000000	0,010770
218	0,000000	0,000000	0,007836
219	0,000000	0,000000	0,025400
220	0,000000	0,000000	0,007439
221	0,000000	0,000000	0,003141
222	0,000000	0,000000	0,009398
223	0,000000	0,000000	0,014860
224	0,000000	0,000000	0,003614
225	0,000000	0,000000	0,002398
226	0,000000	0,000000	0,008930
227	0,000000	0,000000	0,012300
228	0,000000	0,000000	0,021060
229	0,000000	0,000000	0,009209
230	0,000000	0,000000	0,769800
231	0,000000	0,000000	0,007017
232	0,000000	0,000000	0,028030
233	0,000000	0,000000	0,007269

	CNT E.P.	OTECEL S.A	CONECEL S. A.
234	0,000000	0,000000	0,061960
235	0,000000	0,000000	0,005443
236	0,000000	0,000000	0,011040
237	0,000000	0,000000	0,014810
238	0,000000	0,000000	0,027190
239	0,000000	0,000000	0,003544
240	0,000000	0,000000	0,012560
241	0,000000	0,000000	0,012560
242	0,000000	0,000000	0,025180
243	0,000000	0,000000	0,005063
244	0,000000	0,000000	0,005241
245	0,000000	0,000000	0,029990
246	0,000000	0,000000	0,007313
247	0,000000	0,000000	0,004870
248	0,000000	0,000000	0,011850
249	0,000000	0,000000	0,001695
250	0,000000	0,000000	0,014580
251	0,000000	0,000000	0,004515
252	0,000000	0,000000	0,008260
253	0,000000	0,000000	0,019590
254	0,000000	0,000000	0,006426
255	0,000000	0,000000	0,005110
256	0,000000	0,000000	0,010400
257	0,000000	0,000000	0,004986
258	0,000000	0,000000	0,007324
259	0,000000	0,000000	0,014190
260	0,000000	0,000000	0,006848
261	0,000000	0,000000	0,005259
262	0,000000	0,000000	0,010060
263	0,000000	0,000000	0,010060
264	0,000000	0,000000	0,005820
265	0,000000	0,000000	0,007621
266	0,000000	0,000000	0,005529
267	0,000000	0,000000	0,004724
268	0,000000	0,000000	0,023310
269	0,000000	0,000000	0,003269
270	0,000000	0,000000	0,005700
271	0,000000	0,000000	0,005302
272	0,000000	0,000000	0,006170

	CNT E.P.	OTECEL S.A	CONECEL S. A.
273	0,000000	0,000000	0,008908
274	0,000000	0,000000	0,000703
275	0,000000	0,000000	0,002921
276	0,000000	0,000000	0,001725
277	0,000000	0,000000	0,000661
278	0,000000	0,000000	0,000868
279	0,000000	0,000000	0,002600
280	0,000000	0,000000	0,018150
281	0,000000	0,000000	0,000335
282	0,000000	0,000000	0,021500
283	0,000000	0,000000	0,008187
284	0,000000	0,000000	0,009402
285	0,000000	0,000000	0,010090
286	0,000000	0,000000	0,009847
287	0,000000	0,000000	0,011170
288	0,000000	0,000000	0,013990
289	0,000000	0,000000	0,014050
290	0,000000	0,000000	0,005694
291	0,000000	0,000000	0,007717
292	0,000000	0,000000	0,004542
293	0,000000	0,000000	0,006740
294	0,000000	0,000000	0,018450
295	0,000000	0,000000	0,018450
296	0,000000	0,000000	0,030780
297	0,000000	0,000000	0,010250
298	0,000000	0,000000	0,001323
299	0,000000	0,000000	0,008392
300	0,000000	0,000000	0,003065
301	0,000000	0,000000	0,010890
302	0,000000	0,000000	0,013080
303	0,000000	0,000000	0,008807
304	0,000000	0,000000	0,005964
305	0,000000	0,000000	0,006174
306	0,000000	0,000000	0,011650
307	0,000000	0,000000	0,011120
308	0,000000	0,000000	0,008255
309	0,000000	0,000000	0,004862
310	0,000000	0,000000	0,028270
311	0,000000	0,000000	0,008716

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
312	0,000000	0,000000	0,005496
313	0,000000	0,000000	0,015420
314	0,000000	0,000000	0,005914
315	0,000000	0,000000	0,031670
316	0,000000	0,000000	0,021920
317	0,000000	0,000000	0,250300
318	0,000000	0,000000	0,251200
319	0,000000	0,000000	0,308100
320	0,000000	0,000000	0,246300
321	0,000000	0,000000	0,247600
322	0,000000	0,000000	0,312000
323	0,000000	0,000000	0,247900
324	0,000000	0,000000	0,310300
325	0,000000	0,000000	0,253300
326	0,000000	0,000000	0,401000
327	0,000000	0,000000	0,636500
328	0,000000	0,000000	0,446600
329	0,000000	0,000000	0,432500
330	0,000000	0,000000	0,257100
331	0,000000	0,000000	0,246300
332	0,000000	0,000000	0,273700
333	0,000000	0,000000	0,243900
334	0,000000	0,000000	0,000256
335	0,000000	0,000000	0,000248
336	0,000000	0,000000	0,000246
337	0,000000	0,000000	0,000245
338	0,000000	0,000000	0,000248
339	0,000000	0,000000	0,000244
340	0,000000	0,000000	0,000247
341	0,000000	0,000000	0,000610
342	0,000000	0,000000	0,001631
343	0,000000	0,000000	0,009125
344	0,000000	0,000000	0,009596
345	0,000000	0,000000	0,000331
346	0,000000	0,000000	0,000893
347	0,000000	0,000000	0,000600
348	0,000000	0,000000	0,002290
349	0,000000	0,000000	0,001036
350	0,000000	0,000000	0,005102

	CNT E.P.	OTECEL S.A	CONECEL S. A.
351	0,000000	0,000000	0,000709
352	0,000000	0,000000	0,000795
353	0,000000	0,000000	0,000573
354	0,000000	0,000000	0,001728
355	0,000000	0,000000	0,019970
356	0,000000	0,000000	0,003956
357	0,000000	0,000000	0,016750
358	0,000000	0,000000	0,006249
359	0,000000	0,000000	0,486800
360	0,000000	0,000000	0,597000
361	0,000000	0,000000	0,893700
362	0,000000	0,000000	0,019730

CAMPO ELECTRICO 2011			
	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
1	1,48913196	1,81271399	0,993281934
2	1,3747367	0,28733778	1,494565154
3	1,32971049	1,09836242	0,963222197
4	0,49957382	2,44061468	1,387565854
5	0,96400467	1,34521374	0,820791691
6	2,02062119	0,93118204	1,307264702
7	1,80322628	1,77955051	1,110480527
8	1,04073099	1,41354165	1,68263781
9	1,73904974	0,64397205	1,943589463
10	0,40866979	0,43416587	0,726498451
11	0,29828175	0,61400326	1,813649635
12	0,97295786	0,93118204	0,735523623
13	0,67260687	1,82142801	1,365933014
14	2,79354613	1,47040641	1,154097483
15	0,54918121	0,80549178	0,838288733
16	0,64397205	2,17516666	1,140625705
17	0,9900505	0,77665951	0,808528293
18	1,06348484	0,72649845	0,442338106
19	1,70378989	1,14507904	0,728571204
20	0,70007142	1,26951762	1,666314796
21	1,04560987	0,58249464	2,170829335
22	1,3024976	0,20731136	0,313682961
23	0,2255992	0,55123679	10,60822794
24	0,13168903	0,51371198	0,492352516
25	1,73666347	0,58087434	0,113216607
26	0,86811462	0,23700844	2,683412007
27	0,64397205	1,0089103	0,951209756
28	0,80852829	0,95120976	0,454942854
29	3,44389605	1,52007664	0,404497219
30	1,46642695	1,89248514	0,372472818
31	0,820562	2,18812705	0,365834662
32	0,80338285	1,92213423	0,549181209
33	0,43373148	1,33112734	0,614003257
34	0,43934497	1,48367887	0,371459284
35	0,58249464	0,43024063	0,643972049
36	0,84634508	0,25016395	0,700071425

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
37	3,44389605	0,65873136	0,970824392
38	0,93118204	0,71022954	0,347332694
39	0,85056628	0,2732142	0,889775253
40	0,86811462	1,2879441	1,931916147
41	0,35164755	1,80061101	1,872458277
42	1,70378989	0,67260687	1,05993396
43	0,64397205	0,64397205	1,027423963
44	1,73666347	0,23938254	1,132166066
45	0,47560488	0,36634956	0,776659514
46	0,13168903	0,26480559	0,582494635
47	0,2255992	0,25091632	0,868331734
48	1,04560987	1,21255928	0,274590604
49	1,3024976	1,14869491	1,316890276
50	0,51371198	0,34241349	0,138661458
51	1,34521374	0,28995	0,672606869
52	0,64397205	0,24095228	0,726498451
53	0,93118204	0,26622547	1,426814634
54	0,9900505	2,8403873	1,027423963
55	0,2745906	0,23938254	0,582494635
56	1,06348484	1,05726298	1,516724761
57	1,12515155	0,72649845	0,549181209
58	1,43996528	1,42681463	1,04938887
59	1,42681463	1,1384753	0,791326102
60	0,70007142	0,29701515	0,540532145
61	16,9869303	2,02714084	1,816764982
62	1,38661458	0,88977525	1,25833223
63	2,79354613	1,02742396	0,355380078
64	0,38832976	0,7713015	0,239382539
65	0,29828175	0,35696779	1,008910303
66	0,2255992	0,97952284	0,910714006
67	0,43934497	1,80071569	0,65901745
68	0,49957382	0,72649845	0,483856384
69	0,40866979	4,60031466	0,273214202
70	1,80322628	1,82453008	0,672606869
71	1,04073099	1,93289162	2,456013029
72	1,73904974	0,34787498	1,372953022
73	2,02062119	0,73884775	0,700071425
74	0,000000	0,45618417	1,465912685
75	0,000000	0,27596014	1,465912685

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
76	0,000000	0,66187159	0,521722148
77	0,000000	0,30079894	0,236211769
78	0,000000	0,28337431	3,329234146
79	0,000000	1,90241951	1,212559277
80	0,000000	1,08106429	0,25831957
81	0,000000	1,75823775	0,261942742
82	0,000000	1,38661458	1,413541651
83	0,000000	0,9900505	0,329508725
84	0,000000	0,47560488	0,366863735
85	0,000000	1,08106429	1,477823061
86	0,000000	1,72577519	1,828657978
87	0,000000	1,09836242	1,336920716
88	0,000000	1,93191615	1,008910303
89	0,000000	1,71481777	0,800562302
90	0,000000	1,37295302	1,941648784
91	0,000000	1,14902306	0,401691424
92	0,000000	0,9900505	1,714817775
93	0,000000	1,08106429	0,951209756
94	0,000000	0,88977525	2,683412007
95	0,000000	0,51371198	0,475604878
96	0,000000	0,25016395	0,672606869
97	0,000000	1,20397882	0,937637457
98	0,000000	0,84366818	1,098362417
99	0,000000	1,8317478	3,007989362
100	0,000000	0,8005623	0,319045451
101	0,000000	1,18105885	0,189248514
102	0,000000	2,28917016	0,672606869
103	0,000000	2,23921861	2,126969675
104	0,000000	2,00845712	3,196357302
105	0,000000	1,27322425	0,163606235
106	0,000000	0,13866146	0,298281746
107	0,000000	0,18724583	1,842009772
108	0,000000	1,5559865	0,642506809
109	0,000000	0,74393279	0,142681463
110	0,000000	0,33909438	0,713143043
111	0,000000	0,60596865	0,382953
112	0,000000	0,57957484	2,289170155
113	0,000000	0,57729369	0,846345083
114	0,000000	2,45601303	0,373483601

	CNT E.P.	OTECEL S.A	CONECEL S. A.
115	0,000000	1,04560987	0,492352516
116	0,000000	0,29701515	0,113216607
117	0,000000	0,29828175	0,492352516
118	0,000000	0,24865237	1,288675677
119	0,000000	1,20991363	0,138661458
120	0,000000	1,25833223	0,332923415
121	0,000000	0,80150359	0,241733324
122	0,000000	0,72649845	0,259048258
123	0,000000	0,16475436	0,373483601
124	0,000000	0,30883815	0,379491765
125	0,000000	0,21002143	0,401221884
126	0,000000	0,22052891	0,369423876
127	0,000000	0,38832976	0,28137164
128	0,000000	0,36942388	2,361319546
129	0,000000	0,37749967	0,689490392
130	0,000000	0,3719664	1,348432794
131	0,000000	0,37297855	0,124326184
132	0,000000	0,58861108	0,102742396
133	0,000000	0,3719664	0,28733778
134	0,000000	0,21091705	0,176892623
135	0,000000	0,25758882	1,676577466
136	0,000000	0,37145928	2,41186857
137	0,000000	0,17257752	1,611802407
138	0,000000	0,84634508	1,652798233
139	0,000000	1,04560987	1,483678874
140	0,000000	0,75199734	1,92918221
141	0,000000	0,30453571	2,491824633
142	0,000000	0,37749967	14,5104962
143	0,000000	1,08593554	1,521687879
144	0,000000	1,41846713	0,386870779
145	0,000000	0,44446372	1,348432794
146	0,000000	0,28270833	2,747964701
147	0,000000	0,49235252	1,975335415
148	0,000000	0,86550505	2,366900927
149	0,000000	0,95477013	7,043663819
150	0,000000	0,30142495	1,086456166
151	0,000000	0,19895979	2,021553858
152	0,000000	0,23299785	1,433142003
153	0,000000	0,32893616	1,530334604

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
154	0,000000	0,45245	1,378023585
155	0,000000	0,49196951	1,119945981
156	0,000000	0,48812294	1,947465019
157	0,000000	0,25316003	9,645911051
158	0,000000	0,23938254	6,309611715
159	0,000000	0,2456013	9,643956657
160	0,000000	0,19123023	9,754732185
161	0,000000	0,4988186	9,698530817
162	0,000000	0,28002857	0,335742461
163	0,000000	0,33405389	18,8579983
164	0,000000	0,57467556	0,307615019
165	0,000000	1,06401645	13,81984805
166	0,000000	0,60472308	10,56371147
167	0,000000	0,37949177	15,99593386
168	0,000000	0,36891327	0,000000
169	0,000000	0,36942388	0,000000
170	0,000000	0,36993378	0,000000
171	0,000000	0,3719664	0,000000
172	0,000000	0,16011246	0,000000
173	0,000000	0,31963573	0,000000
174	0,000000	0,12432618	0,000000
175	0,000000	0,26122213	0,000000
176	0,000000	0,17689262	0,000000
177	0,000000	0,25831957	0,000000
178	0,000000	2,71900166	0,000000
179	0,000000	1,15589273	0,000000
180	0,000000	0,38442685	0,000000
181	0,000000	0,40309676	0,000000
182	0,000000	0,22223186	0,000000
183	0,000000	1,68577163	0,000000
184	0,000000	0,18110494	0,000000
185	0,000000	0,43024063	0,000000
186	0,000000	1,8111535	0,000000
187	0,000000	0,60222421	0,000000
188	0,000000	1,84579224	0,000000
189	0,000000	1,40444437	0,000000
190	0,000000	0,3601222	0,000000
191	0,000000	0,31308146	0,000000
192	0,000000	0,32315476	0,000000

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
193	0,000000	0,32140006	0,000000
194	0,000000	0,51187401	0,000000
195	0,000000	0,20912197	0,000000
196	0,000000	0,28002857	0,000000
197	0,000000	0,31963573	0,000000
198	0,000000	0,15774029	0,000000
199	0,000000	0,58829074	0,000000
200	0,000000	0,42716273	0,000000
201	0,000000	0,18317478	0,000000
202	0,000000	0,2385938	0,000000
203	0,000000	0,16475436	0,000000
204	0,000000	0,23780244	0,000000
205	0,000000	0,18724583	0,000000
206	0,000000	0,13168903	0,000000
207	0,000000	0,14135417	0,000000
208	0,000000	0,35431765	0,000000
209	0,000000	0,29318254	0,000000
210	0,000000	0,24173332	0,000000
211	0,000000	1,23474208	0,000000
212	0,000000	0,53773506	0,000000
213	0,000000	1,6019485	0,000000
214	0,000000	1,82659519	0,000000
215	0,000000	2,93375357	0,000000
216	0,000000	3,00673577	0,000000
217	0,000000	2,01501613	0,000000
218	0,000000	1,71877049	0,000000
219	0,000000	3,09447895	0,000000
220	0,000000	1,67466504	0,000000
221	0,000000	1,08818978	0,000000
222	0,000000	1,88229806	0,000000
223	0,000000	2,36690093	0,000000
224	0,000000	1,16725233	0,000000
225	0,000000	0,95081334	0,000000
226	0,000000	1,83483242	0,000000
227	0,000000	2,15339267	0,000000
228	0,000000	2,81773313	0,000000
229	0,000000	1,86327481	0,000000
230	0,000000	17,0356861	0,000000
231	0,000000	1,62647133	0,000000

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
232	0,000000	3,25073992	0,000000
233	0,000000	1,65541928	0,000000
234	0,000000	4,83310666	0,000000
235	0,000000	1,43248421	0,000000
236	0,000000	2,04011764	0,000000
237	0,000000	2,36291557	0,000000
238	0,000000	3,20166051	0,000000
239	0,000000	1,15589273	0,000000
240	0,000000	2,17603309	0,000000
241	0,000000	2,17603309	0,000000
242	0,000000	3,08104852	0,000000
243	0,000000	1,38157555	0,000000
244	0,000000	1,40565181	0,000000
245	0,000000	3,36247379	0,000000
246	0,000000	1,66042193	0,000000
247	0,000000	1,35498708	0,000000
248	0,000000	2,11363431	0,000000
249	0,000000	0,79938414	0,000000
250	0,000000	2,34449568	0,000000
251	0,000000	1,30466662	0,000000
252	0,000000	1,76465861	0,000000
253	0,000000	2,71761476	0,000000
254	0,000000	1,55647101	0,000000
255	0,000000	1,38797334	0,000000
256	0,000000	1,98010101	0,000000
257	0,000000	1,37102954	0,000000
258	0,000000	1,66167024	0,000000
259	0,000000	2,31292672	0,000000
260	0,000000	1,6067657	0,000000
261	0,000000	1,40806356	0,000000
262	0,000000	1,94746502	0,000000
263	0,000000	1,94746502	0,000000
264	0,000000	1,48126297	0,000000
265	0,000000	1,69502714	0,000000
266	0,000000	1,44375656	0,000000
267	0,000000	1,33452164	0,000000
268	0,000000	2,96443418	0,000000
269	0,000000	1,11014098	0,000000
270	0,000000	1,46591268	0,000000

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
271	0,000000	1,41380833	0,000000
272	0,000000	1,52515245	0,000000
273	0,000000	1,83257087	0,000000
274	0,000000	0,51481162	0,000000
275	0,000000	1,04938887	0,000000
276	0,000000	0,80642731	0,000000
277	0,000000	0,49919635	0,000000
278	0,000000	0,57204545	0,000000
279	0,000000	0,9900505	0,000000
280	0,000000	2,61582683	0,000000
281	0,000000	0,35538008	0,000000
282	0,000000	2,84701598	0,000000
283	0,000000	1,75684348	0,000000
284	0,000000	1,8826986	0,000000
285	0,000000	1,95036663	0,000000
286	0,000000	1,92673792	0,000000
287	0,000000	2,05209405	0,000000
288	0,000000	2,29656918	0,000000
289	0,000000	2,30148865	0,000000
290	0,000000	1,46514095	0,000000
291	0,000000	1,70566966	0,000000
292	0,000000	1,30856181	0,000000
293	0,000000	1,59404517	0,000000
294	0,000000	2,63735663	0,000000
295	0,000000	2,63735663	0,000000
296	0,000000	3,40647325	0,000000
297	0,000000	1,96576957	0,000000
298	0,000000	0,70623721	0,000000
299	0,000000	1,7787029	0,000000
300	0,000000	1,07494418	0,000000
301	0,000000	2,02621075	0,000000
302	0,000000	2,22062153	0,000000
303	0,000000	1,8221523	0,000000
304	0,000000	1,49947591	0,000000
305	0,000000	1,52564675	0,000000
306	0,000000	2,09572183	0,000000
307	0,000000	2,04749603	0,000000
308	0,000000	1,76412443	0,000000
309	0,000000	1,3538737	0,000000

	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
310	0,000000	3,26462708	0,000000
311	0,000000	1,81271399	0,000000
312	0,000000	1,43944156	0,000000
313	0,000000	2,41108689	0,000000
314	0,000000	1,49317715	0,000000
315	0,000000	3,45537118	0,000000
316	0,000000	2,87468955	0,000000
317	0,000000	9,71406712	0,000000
318	0,000000	9,73151581	0,000000
319	0,000000	10,7774626	0,000000
320	0,000000	9,63613512	0,000000
321	0,000000	9,66153197	0,000000
322	0,000000	10,8454599	0,000000
323	0,000000	9,66738331	0,000000
324	0,000000	10,8158726	0,000000
325	0,000000	9,77210827	0,000000
326	0,000000	12,2954056	0,000000
327	0,000000	15,4906585	0,000000
328	0,000000	12,9756772	0,000000
329	0,000000	12,7692012	0,000000
330	0,000000	9,84513585	0,000000
331	0,000000	9,63613512	0,000000
332	0,000000	10,1579968	0,000000
333	0,000000	9,58907191	0,000000
334	0,000000	0,31066381	0,000000
335	0,000000	0,30577116	0,000000
336	0,000000	0,30453571	0,000000
337	0,000000	0,30391611	0,000000
338	0,000000	0,30577116	0,000000
339	0,000000	0,30329524	0,000000
340	0,000000	0,30515406	0,000000
341	0,000000	0,47955187	0,000000
342	0,000000	0,78414731	0,000000
343	0,000000	1,8547574	0,000000
344	0,000000	1,90202313	0,000000
345	0,000000	0,35325203	0,000000
346	0,000000	0,58022496	0,000000
347	0,000000	0,47560488	0,000000
348	0,000000	0,92915553	0,000000

	CNT E.P.	OTECEL S.A	CONECEL S. A.
349	0,000000	0,6249576	0,000000
350	0,000000	1,38688644	0,000000
351	0,000000	0,51700387	0,000000
352	0,000000	0,54746233	0,000000
353	0,000000	0,46478059	0,000000
354	0,000000	0,80712824	0,000000
355	0,000000	2,74384584	0,000000
356	0,000000	1,2212338	0,000000
357	0,000000	2,51291663	0,000000
358	0,000000	1,53488534	0,000000
359	0,000000	13,5470882	0,000000
360	0,000000	15,0022998	0,000000
361	0,000000	18,3555142	0,000000
362	0,000000	2,7273082	0,000000

DENSIDAD DE POTENCIA 2012			
	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
1	0,002716	0,002489	0,00040937
2	0,002001	0,002643	0,00079119
3	0,000000	0,002559	0,00004987
4	0,000000	0,000578	0,000051803
5	0,000000	0,002257	0,000051546
6	0,000000	0,000000	0,000052041
7	0,000000	0,000000	0,00010297
8	0,000000	0,000000	0,000051547
9	0,000000	0,000000	0,000104
10	0,000000	0,000000	0,000050484
11	0,000000	0,000000	0,00005208
12	0,000000	0,000000	0,00005115
13	0,000000	0,000000	0,00026951
14	0,000000	0,000000	0,00035233
15	0,000000	0,000000	0,00030357
16	0,000000	0,000000	0,00030203
17	0,000000	0,000000	0,00034879
18	0,000000	0,000000	0,000050726
19	0,000000	0,000000	0,00004992
20	0,000000	0,000000	0,000050822
21	0,000000	0,000000	0,00012946
22	0,000000	0,000000	0,00005119
23	0,000000	0,000000	0,00005119
24	0,000000	0,000000	0,000051594
25	0,000000	0,000000	0,000048624
26	0,000000	0,000000	0,00014487
27	0,000000	0,000000	0,00016269
28	0,000000	0,000000	0,00040952
29	0,000000	0,000000	0,000049926
30	0,000000	0,000000	0,000048841
31	0,000000	0,000000	0,000050531
32	0,000000	0,000000	0,000051456
33	0,000000	0,000000	0,225789994
34	0,000000	0,000000	0,149130002

CAMPO ELECTRICO 2012			
	CNT E.P.	OTECEL S.A.	CONECEL S. A.
1	1,01189525	0,96868622	0,39285174
2	0,86854879	0,99820389	0,546148908
3	0,000000	0,98221332	0,137116702
4	0,000000	0,46680403	0,139748814
5	0,000000	0,92243645	0,139401729
6	0,000000	0,000000	0,140069472
7	0,000000	0,000000	0,19702713
8	0,000000	0,000000	0,139403081
9	0,000000	0,000000	0,198010101
10	0,000000	0,000000	0,137958211
11	0,000000	0,000000	0,140121947
12	0,000000	0,000000	0,138865222
13	0,000000	0,000000	0,318755816
14	0,000000	0,000000	0,364456321
15	0,000000	0,000000	0,338298522
16	0,000000	0,000000	0,337439343
17	0,000000	0,000000	0,36262078
18	0,000000	0,000000	0,138288474
19	0,000000	0,000000	0,137185422
20	0,000000	0,000000	0,138419269
21	0,000000	0,000000	0,220921751
22	0,000000	0,000000	0,138919509
23	0,000000	0,000000	0,138919509
24	0,000000	0,000000	0,13946662
25	0,000000	0,000000	0,135392939
26	0,000000	0,000000	0,233700642
27	0,000000	0,000000	0,247657283
28	0,000000	0,000000	0,392923708
29	0,000000	0,000000	0,137193666
30	0,000000	0,000000	0,13569472
31	0,000000	0,000000	0,138022415
32	0,000000	0,000000	0,139279977
33	0,000000	0,000000	9,226203322
34	0,000000	0,000000	7,498133818

ANEXO 7

FORMULARIO PARA EL INFORME TECNICO DE INSPECCIÓN DE EMISIONES DE RNI



FORMULARIO PARA EL INFORME TECNICO DE INSPECCION DE EMISIONES DE RNI	RNI
	FECHA:
	INF. No.

1) USUARIO:			
NOMBRE DE LA EMPRESA			
DIRECCION			
2) UBICACIÓN DEL SITIO			
RADIOBASE:			
PROVINCIA	CIUDAD/CANTON	Vía Machala Buena Vista	LATITUD
3) DESCRIPCION GENERAL Y CONDICIONES PARTICULARES:			
<p>Los valores de los niveles de radiaciones no ionizantes del presente informe han sido obtenidos durante las mediciones con el equipo SRM-3000, tomando lecturas en el mismo para la banda desde 88,1 MHz a 2686 MHz. Cada una de las medidas han sido tomadas durante 6 minutos.</p> <p>Los valores de potencia y ganancia de antena son proporcionados por la Operadora. La norma que se aplica es la correspondiente al ICNIRP, exposición poblacional, Rec.UIT-T K.52.</p>			
4) PERSONAS PRESENTES DURANTE LA MEDICION:			
NOMBRES	APELLIDOS	CARGO	
5) CALCULO DEL PIRE:			
POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO(W)	GANANCIA MAXIMA DE LA ANTENA	VALOR DEL PIRE(W)	
6) ESTACION(ES) DE TX/RX VISIBLE(S) ALREDEDOR DEL SITIO DE MEDICION:			
DISTANCIA	TV/RADIO	TELEFONIA MOVIL	OTROS
INFERIOR A 50 m			
DE 50 A 100 m			
DE 100 A 200 m			
DE 200 A 1000 m			
ADJUNTAR FOTOS QUE PERMITAN UNA VISTA PANORAMICA DEL ENTORNO DE LA(S) ANTENA(S).CON FECHA)			
7) DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS DE MEDICION UTILIZADOS:			
RANGOS DE FRECUENCIAS:		100 KHz-3GHz	
EQUIPOS DE MEDICION			
FABRICANTE (MARCA)	TIPO	NÚMERO DE SERIE	FECHA DE CALIBRACION
NARDA			
NARDA			
GARMIN			
8) INFORME TECNICO DE LAS MEDICIONES REALIZADAS			
FECHA DE MEDICION	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACION	OBSERVACIONES
27-abr-10			
9) CROQUIS DE LA INSTALACION CON LA UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICION			
VER SIGUIENTE HOJA			

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICION	LATITUD (°)(')('')	LONGITUD (°)(')('')	ALTURA DE MEDICION d(m)
Pto. 1			
Pto. 2			
Pto. 3			
Pto. 4			
Pto. 5			
Pto. 6			
Pto. 7			
Pto. 8			
Pto. 9			
Pto. 10			
Pto. 11			
Pto. 12			

INMISION

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICION	LATITUD (°)(')('')	LONGITUD (°)(')('')	ALTURA DE MEDICION d(m)
Pto. 1			
Pto. 2			
Pto. 3			
Pto. 4			
Pto. 5			
Pto. 6			
Pto. 7			
Pto. 8			
Pto. 9			
Pto. 10			
Pto. 11			
Pto. 12			

10) TABLA DE VALORES MEDIDOS PARA LA EMISION

UBICACIÓN DEL PUNTO DE MEDICION	FRECUENCIAS DE OPERACIÓN (MHz)		CAMPO ELECTRICO E(V/m)	CAMPO MAGNETICO H(A/m)	DENSIDAD DE POTENCIAS (W/m ²)	OBSERVACIONES
	FRECUENCIA MAXIMA	FRECUENCIA MINIMA				
Pto. 1	2686	88,1				
Pto. 2	2686	88,1				
Pto. 3	2686	88,1				
Pto. 4	2686	88,1				
Pto. 5	2686	88,1				
Pto. 6	2686	88,1				
Pto. 7	2686	88,1				
Pto. 8	2686	88,1				
Pto. 9	2686	88,1				
Pto. 10	2686	88,1				
Pto. 11	2686	88,1				
Pto. 12	2686	88,1				

11) TABLA DE VALORES MEDIDOS PARA LA INMISION

UBICACIÓN DEL PUNTO DE MEDICION	FRECUENCIAS DE OPERACIÓN (MHz)		CAMPO ELECTRICO E(V/m)	CAMPO MAGNETICO H(A/m)	CAMPO ELECTRICO LIMITE E ₁ (V/m)	CAMPO MAGNETICO LIMITE H ₁ (A/m)	OBSERVACIONES
	FRECUENCIA MAXIMA	FRECUENCIA MINIMA					
Pto. 1							
Pto. 2							
Pto. 3							
Pto. 4							
Pto. 5							
Pto. 6							
Pto. 7							
Pto. 8							
Pto. 9							
Pto. 10							
Pto. 11							
Pto. 12							



**FORMULARIO PARA EL INFORME
TECNICO DE
INSPECCION DE EMISIONES DE
RNI**

RNI-I1-5

FECHA:

INF. No.

12) CONCLUSIONES

Se superan los límites de exposición por estación Radioeléctrica fija	SI		NO	
El nivel de exposición porcentual es inferior a la unidad	SI		NO	
Es necesario delimitar las zonas que superan los límites de emisiones de RNI	SI		NO	

13) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) DE LA SUPATEL

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.
e-mail	CASILLA	TELEFONO/FAX	
DIRECCION		FECHA	FIRMA

14) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA

1. Certifico que el presente informe técnico de inspección de RNI fue elaborado acorde a los parámetros 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 SUPATEL

NOMBRE	FECHA	FIRMA

15) APROBACION DEL INFORME TECNICO DE INSPECCION DE EMISIONES RNI

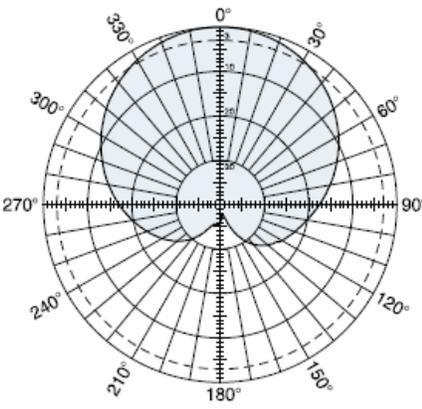
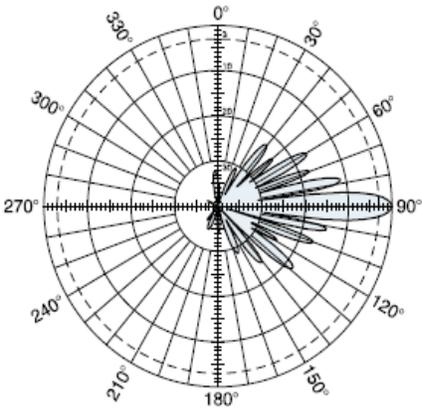
1. La aprobación del informe técnico de inspección de emisiones de RNI, es el único documento que garantiza el cumplimiento, por parte del concesionario de las normas contenidas en el Reglamento de Protección de Emisiones de Radiación No Ionizante generadas por el uso del Espectro Radioeléctrico

APROBADO	NO APROBADO	ING. LUIS GEOVANY LUPERCIO NOVILLO INTENDENTE REGIONAL COSTA

ANEXO 8

ESPECIFICACIONES Y MODELOS DE ANTENAS SECTORIALES

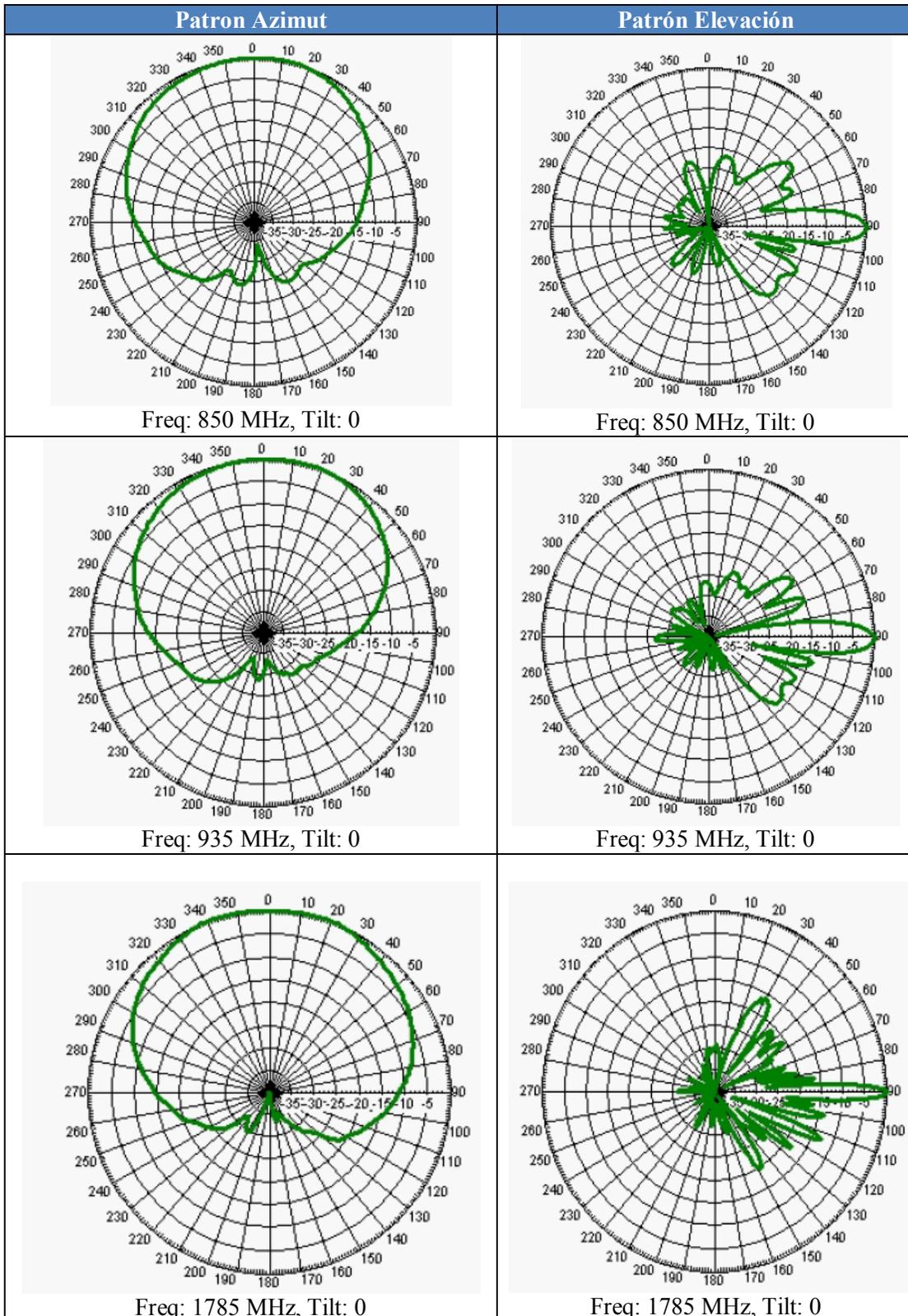
POLARIZACIÓN CRUZADA

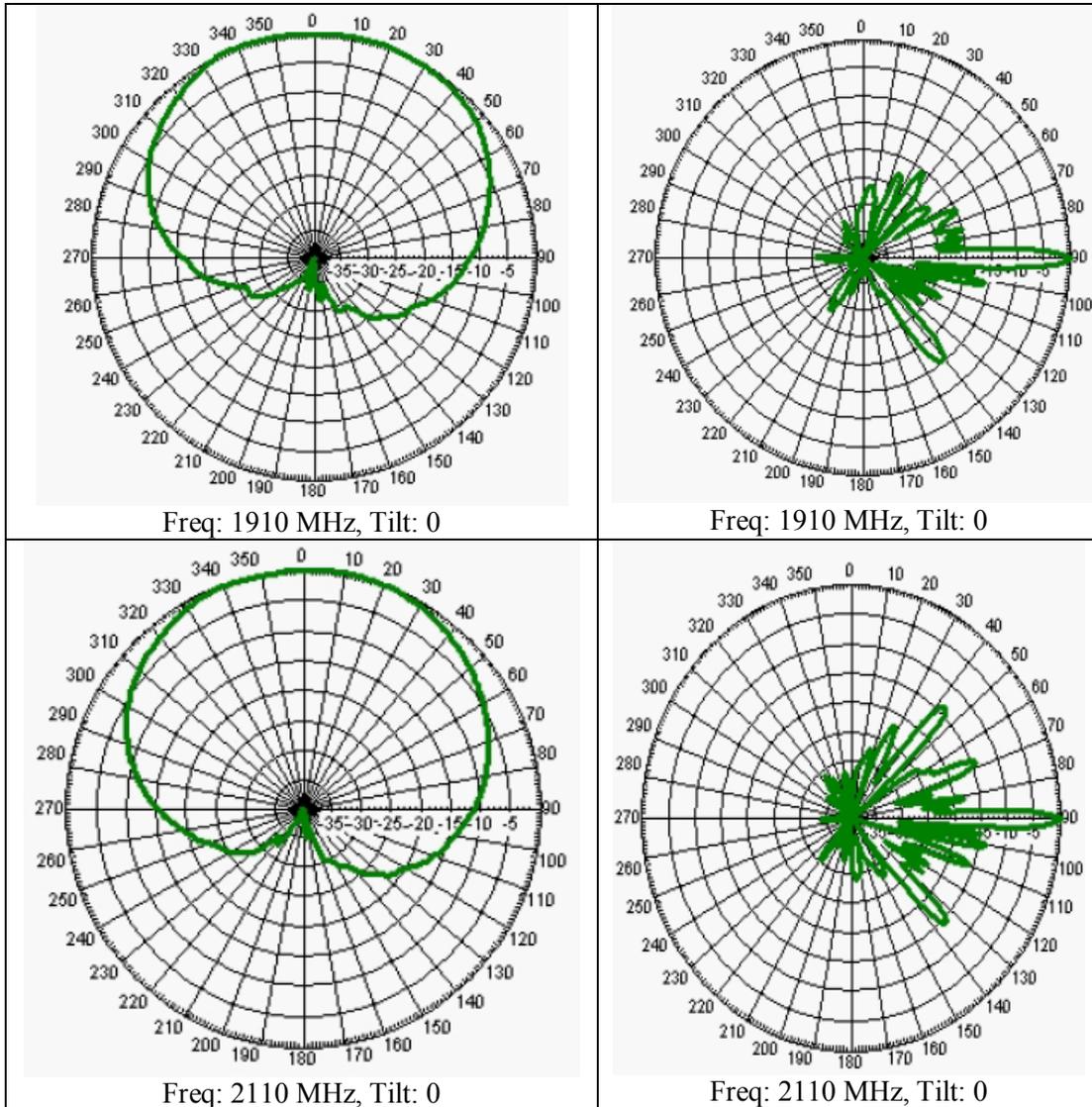
	739 624 X-Polarized 65° Panel Antena	
PATRÓN HORIZONTAL	PATRÓN VERTICAL	
		
Rango de Frecuencia:	806–960 MHz	
Ganancia:	2 x 17.5 dBi (806–880 MHz) 2 x 18 dBi (880–960 MHz)	
Impedancia:	50 Ohms	
Front to Back (De frente hacia atrás):	>30 dB (co-polar)	
Polarización:	+45° and -45°	
±45° Polarización Horizontal Ancho de Haz:	68° (Media Potencia) (806–880 MHz) 65° (Media Potencia) (880–960 MHz)	
±45° Polarización Vertical Ancho de Haz:	7.5° (Media Potencia) (806–880 MHz) 7° (Media Potencia) (880–960 MHz)	
Aislamiento:	>30 dB (806–880 MHz) >32 dB (880–960 MHz)	

Fuente: Kathrein Inc., Scala Division
Elaborado por: Autores

POLARIZACIÓN DUAL

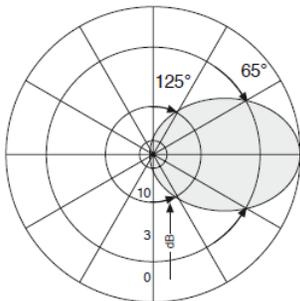
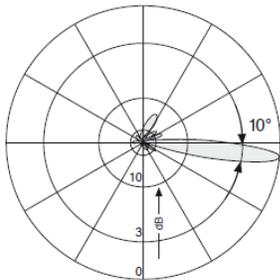
	DBXLH-9090B-VTM				
	Dual Pol				
Antena de Banda Dual					
Frecuencia (MHz)	806 - 896	870 - 960	1710 - 1880	1850 - 1990	1920 - 2180
Polarización	±45°	±45°	±45°	±45°	±45°
Ganancia (dBd/dBi)	12.9/15	13.1/15.2	15.5/17.6	15.7/17.8	5.7/17.8
Impedancia (Ohms)	50	50	50	50	50
Azimet BW(Grados)	87°	87°	90°	90°	4°
Elevación BW (Grados)	10°	9°	4.5°	4.3°	4°
Inclinación del Haz (Grados)	0-8	0-8	0-5	0-5	0-5
Front to Back (De frente hacia atrás) (dB)	30°	30°	35°	35°	35°
Aislamiento (dB)	>30	>30	>30	>30	>30
					



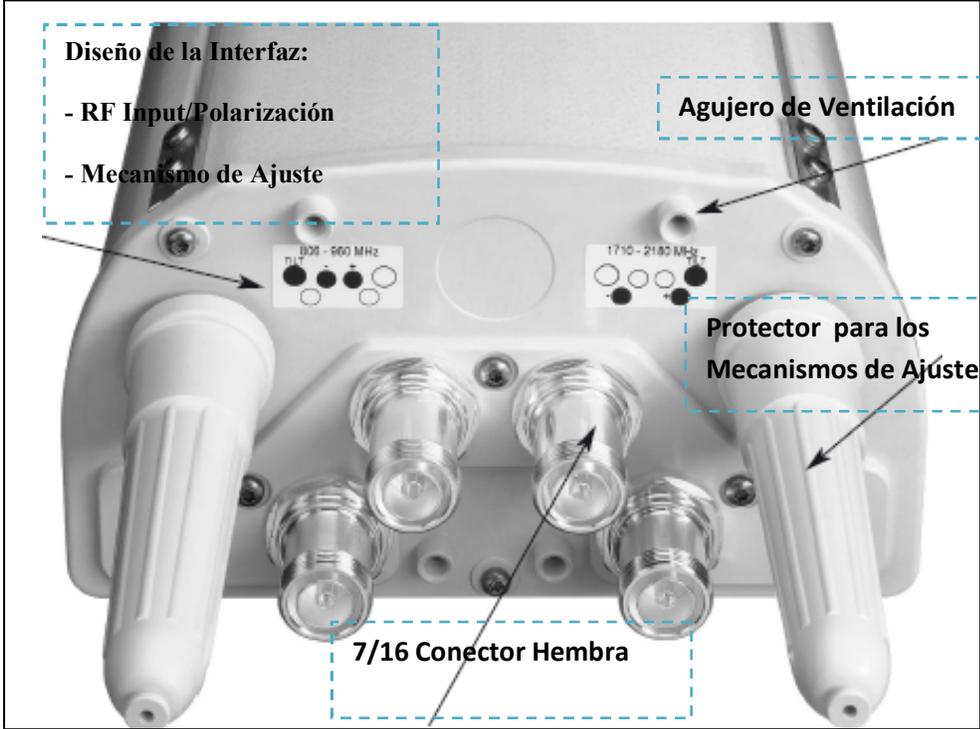
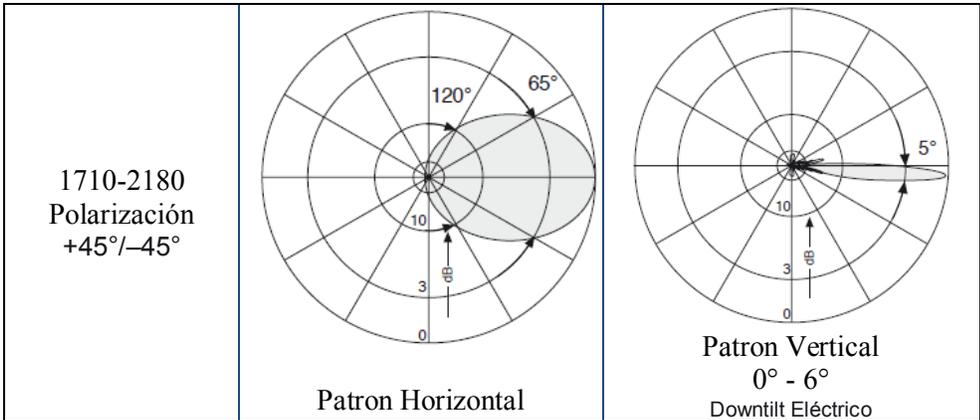


Fuente: Andrew Corporation
 Elaborado por: Autores

ANTENA DE BANDA DUAL

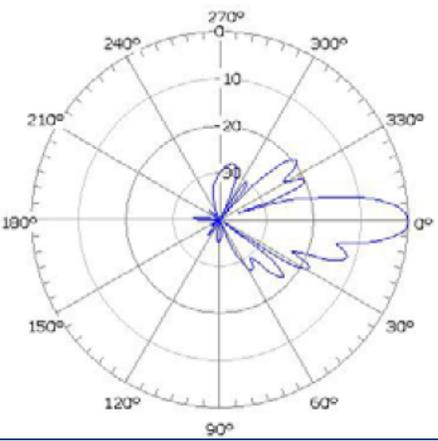
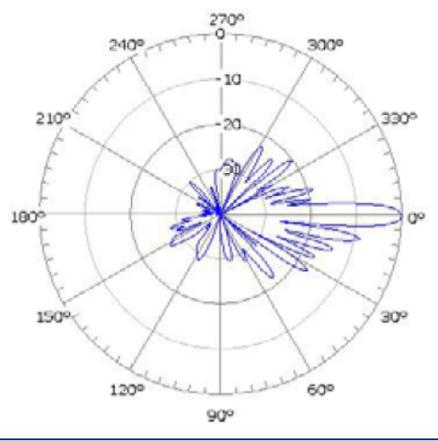
KATHREIN Antennen · Electronic			742 265 XX-Pol Dual Band		
			Antena de Banda Dual		
	824-960		1710-2180		
Rango de Frecuencia	824-894 MHz	880-960 MHz	1710-1880 MHz	1850-1990 MHz	1920-2180 MHz
Polarización	+45°, -45°	+45°, -45°	+45°, -45°	+45°, -45°	+45°, -45°
Ganancia	2 x 15.5 dBi	2 x 16 dBi	2 x 17.8 dBi	2 x 18.2 dBi	2 x 18.3 dBi
Impedancia	50 Ω	50 Ω	50 Ω	50 Ω	50 Ω
Patrón Horizontal					
Ancho de Haz de media potencia	68°	65°	67°	65°	63°
Front to Back proporción (180°±30°)	> 27 dB	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB
Cruce de relación Polar, Dirección principal del sector (0°±60°)	20 dB/ > 10 dB	20 dB/ > 10 dB	16 dB/ > 10 dB	18 dB/ > 10 dB	18 dB/ > 10 dB
Patrón Vertical					
Ancho de Haz de media potencia	10.5°	10°	5.2°	5.0°	4.9°
Inclinación eléctrica continuamente ajustable	0.5°-9.5°	0.5°-9.5°	0°-6°	0°-6°	0°-6°
Aislamiento Intrasistema	> 30 dB	> 30 dB	> 30 dB	> 30 dB	> 30 dB
Aislamiento Intrasistema	Típicamente: > 50 dB (824-960 // 1710-2180 MHz)				
824-960 Polarización +45°/-45°					
	Patrón Horizontal		Patrón Vertical 0.5° - 9.5° Downtilt Eléctrico		

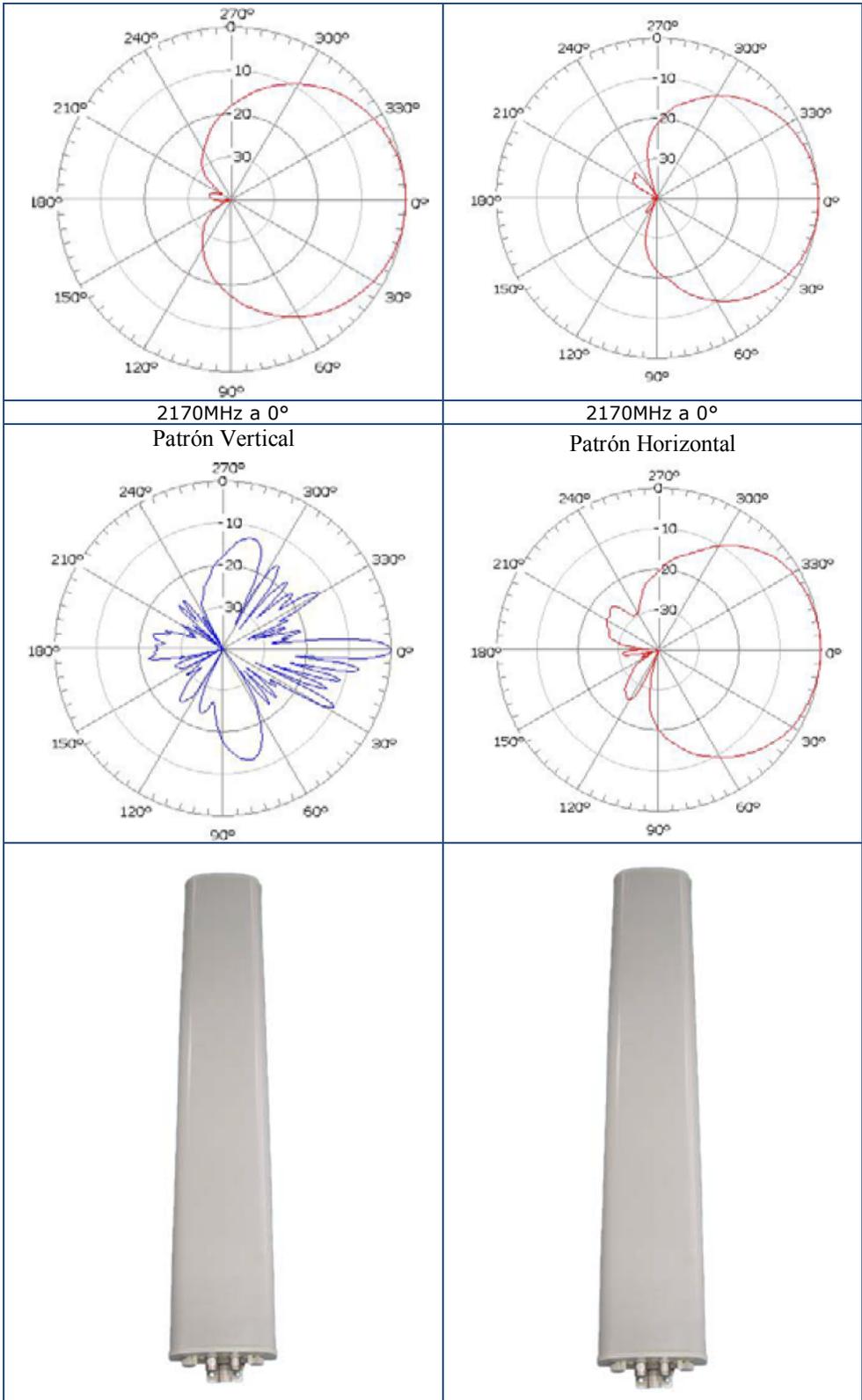




Fuente: Kathrein Inc., Scala Division
Elaborado por: Autores

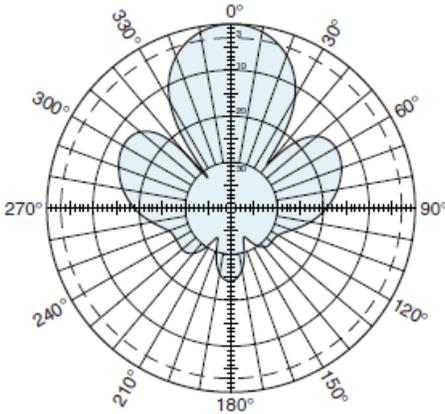
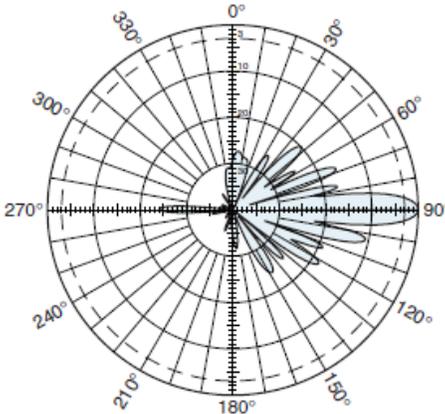
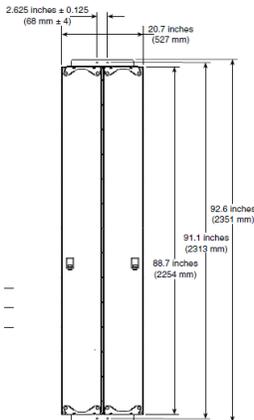
BANDA DUAL PARA INTERIORES

	ODP-065R17BV/18KV XXPol.					
	Antena de Banda Dual Para Interiores					
Rango de Frecuencias	MHz	806-896	870-960	1710-1880	1850-1990	1920-2170
Polarización		± 45				
Ganancia	dBi	16.1	16.3	16.9	17.0	17.2
Ancho de Haz Horizontal	Grado	65°				
Ancho de Haz Vertical	Grado	9.5°		6.0°		
Rango de Inclinación Eléctrico (Downtilt)	Grado	0-10		0-7		
Supresión del Primer Lóbulo lateral Superior	dB	$\geq 17(0^\circ),$ $\geq 15(5^\circ), \geq 12(10^\circ)$		$\geq 18(0^\circ),$ $\geq 17(4^\circ), \geq 15(7^\circ)$		
Relación Front To Back	dB	> 25				
Aislamiento entre Puertos/Bandas	dB	$> 28 / > 40$				
Polarización Cruzada Discriminación a 0°	dB	> 17		> 18		
Intermodulación de tercer Orden a 2x43 dBm	dBc	< -150				
Potencia Máxima por Puertos	W	250		100		
Impedancia	Ω	50				
840MHz a 0° Patrón Vertical			1850MHz a 0° Patrón Vertical			
						
Patrón Horizontal			Patrón Vertical			



Fuente: Camba Telecom
Elaborado por: Autores

POLARIZACIÓN CRUZADA

	800 10302 X-Polarized		
	33° Antena de Panel		
Rango de Frecuencias	806–866 MHz	824–894 MHz	880–960 MHz
Ganancia	20.2 dBi	20.4 dBi	20.8 dBi
Relación Front To Back	>24 dB (co-polar)	>24 dB (co-polar)	>24 dB (co-polar)
+45° and -45° Polarización Horizontal Ancho de Haz	34° (Media Potencia)	33° (Media Potencia)	30° (Media Potencia)
+45° and -45° Polarización Vertical Ancho de Haz	8.5° (Media Potencia)	8.2° (Media Potencia)	7.5° (Media Potencia)
Supresión del Primer Lóbulo Laterales sobre el Horizonte Sector 0° - 30°	>15 dB >15 dB	>15 dB >15 dB	>15 dB >15 dB
Polarización Cruzada Dirección Principal a 0°	>25 dB	>25 dB	>25 dB
 <p>Patrón Horizontal ±45° Polarización</p>	 <p>Patrón Vertical ±45° Polarización</p>		
			

Fuente: Kathrein Inc., Scala Division

Elaborado por: Autores

ANEXO 9

CERTIFICADO DE PASANTIAS SUPERTEL - INTENDENCIA REGIONAL COSTA

SUPERINTENDENCIA DE
TELECOMUNICACIONES



Guayaquil, 15 de Octubre de 2012

A QUIEN LE INTERESE:

Por medio de la presente certifico que el **Señor José Francisco Ruiz Reyes** portador de la cédula ciudadanía No 0926515800, cumplió sus Pasantía en esta Institución desde el 02 de mayo hasta el 11 de octubre de 2012.

Autorizo al **Señor José Francisco Ruiz Reyes** a dar al presente certificado el uso que estime conveniente.

Atentamente,

**Ing. Jorge Villavicencio A., MSGC
COORDINADOR GENERAL INTENDENCIA REGIONAL COSTA
SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES**

ANEXO 10

CERTIFICADO DE PASANTIAS SUPERTEL - INTENDENCIA REGIONAL COSTA

SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES

SUPERTEL 

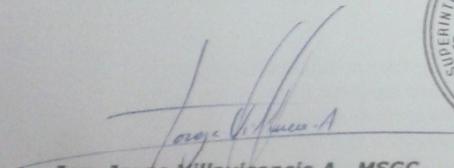
Guayaquil, 23 de Noviembre de 2012

A QUIEN LE INTERESE:

Por medio de la presente certifico que el **Señor José Vicente Avendaño Aguilera** portador de la cédula ciudadanía No 0919424598, cumplió sus Pasantía en esta Institución desde el 01 de Marzo hasta el 15 de octubre de 2012.

Autorizo al **Señor José Vicente Avendaño Aguilera** a dar al presente certificado el uso que estime conveniente.

Atentamente,





Ing. Jorge Villavicencio A., MSGC
COORDINADOR GENERAL INTENDENCIA REGIONAL COSTA
SUPERINTEDENCIA DE TELECOMUNICACIONES

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A	
ANSI	Instituto Nacional Americano De Estándares
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
COMAR	Comité Sobre El Hombre Y La Radiación
E	
	Campo Eléctrico
EDGE	Velocidades de datos mejoradas para la evolución global
ETACS	Sistema de comunicaciones de acceso total extendido
ETSI	Instituto Europeo De Estándares De Telecomunicaciones.
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
NRPB	Consejo Nacional Para La Protección Contra La Radiación.
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 total
TDMA	Acceso múltiple por división de tiempo
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UV	Ultra Violeta