



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA
E INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
COMUNICACIONES**

Tema:

“INITIAL TUNING CON TECNOLOGÍA GSM, EN LA EMPRESA
ULTRATEL TELECOMUNICACIONES PARA GARANTIZAR EL
CORRECTO DESEMPEÑO DE UNA ESTACIÓN CELULAR.”

Trabajo de Graduación. Modalidad: TEMI. Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones

AUTOR: Lucia Rosario Pazmiño Gallegos

TUTOR: Ing. M.Sc. Julio Cuji

Ambato - Ecuador

Marzo-2011

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “Initial Tuning con tecnología GSM, en la empresa Ultratel Telecomunicaciones para garantizar el correcto desempeño de una estación celular”, de la señorita Lucía Rosario Pazmiño Gallegos, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica y Comunicaciones, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los tramites y consiguiente aprobación de conformidad el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad técnica de Ambato.

Ambato Marzo, 2011

EL TUTOR

Ing. Julio Cuji

AUTORIA

El presente trabajo de investigación titulado: “Initial Tuning con Tecnología GSM, en la Empresa Ultratel Telecomunicaciones para Garantizar el Correcto Desempeño de una Estación Celular”. Es absolutamente original, autentico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprendan del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato Marzo, 2011

Lucía Rosario Pazmiño Gallegos
CI:180424404-2

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores Ing. M.Sc Oswaldo Paredes Ochoa, Presidente y los señores Miembros Ing. Mario García e Ing. Franklin Silva, revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado “Initial Tuning con tecnología GSM, en la empresa Ultratel Telecomunicaciones para garantizar el correcto desempeño de una estación celular”, presentado por la señorita Lucia Rosario Pazmiño Gallegos de acuerdo al Art. 17 del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

.....
Ing. Oswaldo Paredes Ochoa M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
Ing. Mario García
DOCENTE CALIFICADOR

.....
Ing. Franklin Silva
DOCENTE CALIFICADOR



Dedicatoria

El presente trabajo ha sido la culminación de una de las etapas más importantes y trascendentales de mi vida, por eso se lo dedico:

A mi madre Mery a quien le debo mi vida, por ser mi ejemplo de superación y constancia, por enseñarme que por cada tropiezo existe más de una razón para levantarse y seguir adelante; por su infinito amor y dedicación gracias amiga por enseñarme que en la vida no existe límites y que soy capaz de alcanzar lo que me proponga.

A mi padre Román, que desde el cielo me da su bendición, y quien mientras estuvo a mi lado fue mi ejemplo de lucha inculcándome excelentes valores y quien me motivo a seguir adelante. Yo sé que aunque no estés presente también compartes mi alegría.

Lucy Pazmiño



Agradecimiento

Quiero dar gracias a Dios, por ser mi amigo fiel e incondicional en el transcurso de mi vida y por permitirme aprender nuevas cosas para ser una persona de bien. A mi madre y a su esposo Ángel por sus consejos, apoyo, dedicación y por todo aquello que me han sabido brindar en esta etapa tan importante.

A mis maestros de la Carrera de Electrónica y Comunicaciones, por compartir su tiempo y enseñanzas, ustedes han sabido guiarme y hacer de mi una persona llena de valores morales y profesionales, en especial al Ingeniero Julio Cujii, por su enorme paciencia, disposición y guía constante en el transcurso de mi vida universitaria y elaboración del presente proyecto.

Finalmente, un agradecimiento especial a todos mis amigos y compañeros de Ultratel Telecomunicaciones S.A., en especial a los Ingenieros Angelita Mora y David Morales por motivarme a la consecución de este proyecto y por brindarme todos sus conocimientos y amistad. Mil Gracias.

Lucy Pazmiño

INDICE DE CONTENIDOS

I. Carátula.....	0
II. Aprobación del Director TEMI.....	i
III. Autoría del TEMI.....	ii
IV. Aprobación del tribunal calificador.....	iii
V. Dedicatoria.....	iv
VI. Agradecimiento.....	v
VII. Índice de Contenidos.....	vi
VIII. Índice de Figuras.....	xiv
IX. Índice de Tablas.....	xviii
X. Resumen Ejecutivo.....	xx
XI. Introducción y Antecedentes.....	xxi

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.1.1. Contextualización.....	1
....	1
1.1.2. Análisis Crítico.....	1
1.1.3. Prognosis.....	2
1.2. Formulación del Problema.....	3
1.2.1. Preguntas Directrices.....	3

1.2.2. Delimitación del Problema.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo General.....	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos.....	6
2.2. Fundamentación.....	6
2.2.1. Fundamentación Legal.....	6
2.2.2. Categorías Fundamentales.....	7
2.2.2.1. Red GSM.....	7
2.2.2.1.1 Arquitectura de una red GSM.....	8
a) Mobile Station.....	9
b) Base Station Subsystem.....	11
c) Network Switching Subsystem.....	16
2.2.2.1.2 Canales Físicos y Lógicos en una Red GSM.....	18
a) Canales Físicos.....	18
b) Canales Lógicos.....	18
2.2.2.1.3 Radio Canales.....	21
2.2.2.2 Elementos de un Sistema Radiante en una Red GSM.....	22
2.2.2.2.1 Antena.....	22
2.2.2.2.2 Tower Mounted Amplifier.....	23
2.2.2.2.3 Líneas de Transmisión.....	24
2.2.2.3 Planificación de Redes Inalámbricas.....	25
2.2.2.3.1 Configuración de la red.....	25

2.2.2.3.2 Topología de la Red.....	25
2.2.2.4 Conceptos importantes en redes GSM.....	26
2.2.2.4.1 Sitio, Celda, Sector y TRX.....	26
2.2.2.4.2 Handover.....	27
2.2.2.4.3 Rehusos de Frecuencias y Formación de Cluster.....	27
2.2.2.4.4 Atenuación por Propagación.....	28
a) Calibración del modelo de Propagación.....	29
2.2.2.4.5 Ecuación del presupuesto de enlace “Link Budget”	32
2.2.2.4.6 Interferencia e Interferencia Co-Canal.....	33
2.2.2.4.7 Limitación de: Rango, Interferencia y Capacidad.....	34
2.2.2.4.8 Sensibilidad y Noise Figure.....	35
2.2.2.4.9 Sincronización entre UL y DL.....	35
2.2.2.5 Características relevantes de una red.....	36
2.2.2.5.1 Capacidad.....	36
2.2.2.5.2 Flexibilidad y compatibilidad.	36
2.2.2.5.3 Cobertura.....	36
2.2.2.5.4 Tráfico.....	37
2.2.2.6 Proceso Initial Tuning.....	38
2.2.2.6.1 Tipos de estaciones celulares sometidas a Initial Tuning.....	39
2.2.2.6.2 Parámetros utilizados en el “Initial Tuning”.....	40
2.2.2.7 Optimización.....	41
2.2.2.7.1 Aspectos a optimizar en las redes móviles.....	41
2.2.2.7.2 Criterios para la clasificación de las técnicas de optimización.....	41
2.2.2.7.3 Técnicas de Optimización en las redes Celulares.....	42
2.2.2.8 Desempeño o performance de la red.....	43
2.2.2.8.1 KPIs.....	44
2.2.2.8.2 Herramientas de Predicción.....	44
2.2.2.8.3 Drive Test.....	45
2.2.2.8.4 Parámetros para la Optimización de una red Móvil.....	46
2.3 Hipótesis.....	47

2.4 Variables.....	47
2.4.1. Variable Independiente.....	47
2.4.2. Variable Dependiente.....	47

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1. Enfoque.....	48
3.2. Modalidad básica de la investigación.....	48
3.2.1. Investigación de campo.....	48
3.2.2. Investigación documental-bibliográfica.....	48
3.3. Nivel o tipo de Investigación.....	48
3.3.1. Exploratorio.....	48
3.3.2. Descriptivo.....	49
3.4. Población y muestra.....	49
3.4.1. Población.....	49
3.4.2. Muestra.....	49
3.5. Plan de Recolección de Información.....	49
3.6. Procesamiento y análisis de la información.....	50

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Situación Actual.....	52
4.2 Interpretación de Datos.....	53

4.2.1. Cuestionario Aplicado.....	55
4.2.2. Entrevista dirigida al área de radio frecuencia.....	57
4.2.3. Interpretación de datos obtenidos en el drive test.....	67
4.2.4. Interpretación de información fotográfica.....	67

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	68
5.2. Recomendaciones.....	69

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. Tema de la propuesta.....	70
6.2. Datos Informativos.....	70
6.3. Antecedentes.....	70
6.4. Justificación.....	71
6.5. Objetivos.....	72
6.5.1. Objetivo General.....	72
6.5.2. Objetivos Específicos.....	72
6.6. Análisis de factibilidad.....	72
6.7. Metodología.....	73
6.7.1. Análisis actual de la señal brindada por la operadora.....	73

6.7.1.1. Parámetros de análisis.....	73
a) RxLevSub.....	73
b) Frame Error Rate.....	74
6.7.2. Análisis del terreno.....	75
a) Clutter y Alturas del área.	75
b) Sitios de Interés.....	76
c) Vista panorámica.....	77
6.7.3. Descripción del sitio contratado para la nueva estación celular.....	78
6.7.4. Proceso Initial Tuning.....	79
6.7.4.1. Integración de la estación.....	79
6.7.4.2. Verificación del sistema radiante.....	79
6.7.4.2.1. Antena.....	80
6.7.4.2.2. BTS.....	84
6.7.4.3. Sistema radiante de la Nueva Estación.....	84
Objetivos de cobertura documento RVS.....	85
6.7.4.3.1. Sector 1.....	85
6.7.4.3.2. Sector 2.....	88
6.7.4.3.3. Sector 3.....	90
6.7.4.4. Pruebas Iniciales.	93
6.7.4.5. Drive test.	94
6.7.4.5.1. Proceso de Drive test.....	96
6.7.4.5.2. Procesamiento de datos de Drive test.....	98
6.7.4.5.2.1. Software para procesamiento y recolección de información.....	98
a) TEMS INVESTIGATOR.....	98
b) MAPINFO	99
6.7.4.5.3. Pruebas de Drive Test.....	100
6.7.4.5.3.1. Llamada Continua.....	100
a) RX Level Sub.....	102
b) Server Cell Identity.....	103

c) Frame Error Rate.....	103
d) Timing Advance.....	104
6.7.4.5.3.2. Llamada Corta.....	105
a) Handover.....	106
b) Cell selection / Reselection.....	107
c) RX Level Sub.....	109
d) FER Actual.....	109
e) Server Cell Identity.....	110
f) Timing Advance	110
➤ GPRS y EDGE.....	111
6.7.4.5.3.3. Llamada de Datos.....	113
a) Área de Cobertura GPRS/EDGE.....	114
b) Attach Time.....	115
c) PDP Context Time.....	116
d) Coding Schemes UL y DL.....	117
6.7.4.5.3.4. Mediciones de Scanner.....	119
a) Scanner Best Server.....	120
b) Scanner Best Server RX level.	120
c) Scanner RX level por BCCH de la estación.....	121
6.7.4.5.4. Cumplimiento de KPI's en el drive test.....	122
a. Frame Error Rate DL.....	123
b. Accesos Fallidos.....	124
c. Llamadas Caídas.....	124
d. Handover Exitosos.....	124
6.7.4.6. Análisis Estadístico.....	124
a) KPIs.....	124

b) Análisis Estadístico de la estación.....	126
6.7.4.6.1. Curvas de desempeño.	135
6.7.4.7. Verificación de Objetivos.....	139
a) Estaciones de Calidad.	139
b) Estaciones de Capacidad.	140
c) Estaciones de Cobertura.	140
6.7.4.8. Elaboración de documento de Verificación de Objetivos.....	143
a) Información de la Estación.....	145
b) Gráficas del Área de Influencia.....	146
c) Verificación de Resultados de drive test.....	147
d) Valores de KPI.....	147
e) Clasificación de la estación.....	147
f) Puntos de Interés.....	148
g) Verificación de Objetivos.....	148
h) Comentario Final.....	149
BIBLIOGRAFIA.....	150
GLOSARIO.....	152
ANEXOS.....	158

INDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 2.1: Arquitectura de la red GSM.....	9
Figura 2.2: Mobile Station.....	9
Figura 2.3: Base Station Subsystem.....	11
Figura 2.4: Base Transceiver Station.....	13
Figura 2.5: Mobile Services Switching Center.....	16
Figura 2.6: Home Location Register.....	18
Figura 2.7: Canal Físico.....	18
Figura 2.8: Canales Lógicos GSM.....	19
Figura 2.9: Diagrama de un sistema Radiante.....	22

Figura 2.10: Líneas de Transmisión.....	23
Figura 2.11: Network Planing.....	24
Figura 2.12: Tipos de Red.....	26
Figura 0.13: Formación de Clusters de 6 celdas.....	27
Figura 2.14: Tipos de Morfología.....	29
Figura 2.15: Sincronización entre UL y DL.....	35
Figura 2.16: Proceso de ajuste de parámetros “Initial Tuning”	38
Figura 2.17: Elaboración de reportes de Initial Tuning.....	38
Figura 2.18: Mapa de Terreno.....	45

CAPÍTULO IV

Figura 4.1 Pregunta 01.....	57
Figura 4.2 Pregunta 02.....	58
Figura 4.3 Pregunta 03.....	59
Figura 4.4 Pregunta 04.....	60
Figura 4.5 Pregunta 05.....	61
Figura 4.6 Pregunta 06.....	62
Figura 4.7 Pregunta 07.....	63
Figura 4.8 Pregunta 08.....	64
Figura 4.9 Pregunta 09.....	65
Figura 4.10 Pregunta 10.....	66

CAPÍTULO VI

Figura 6.1: Centro de Quevedo.....	71
Figura 6.2: Ruta de Drive Test y niveles de señal obtenidos en llamada larga.....	74
Figura 6.3: Ruta de Drive Test y niveles de FER obtenidos en llamada larga.....	75
Figura 6.4: Mapa del terreno y alturas en el drive test.....	76
Figura 6.5: Vista hacia Banco de Guayaquil.....	76
Figura 6.6: Vista hacia Office Mundo 21 y Ferretería Fong.....	77
Figura 6.7: Vista hacia el Municipio de Quevedo.....	77

Figura 6.8: Vista frontal del sector.....	77
Figura 6.9: Vista Posterior del sector.....	78
Figura 6.10: Ubicación de la nueva estación celular.....	78
Figura 6.11: Tipos de Radiación.....	81
Figura 6.12: Patrón de Radiación.....	82
Figura 6.13: Ancho del lóbulo de una antena.....	82
Figura 6.14: Tilt Mecánico.....	83
Figura 6.15: Tilt Eléctrico.....	83
Figura 6.16: Azimut/ Vista cenital.....	83
Figura 6.17: Vertical Mapper Sector 1.....	85
Figura 6.18: Análisis de Ingeniería mediante uso de funciones trigonométricas.....	86
Figura 6.19: Til Eléctrico 5° (Antes).....	87
Figura 6.20: Til Eléctrico 2° (Después).....	87
Figura 6.21: Til Mecánico 2°.....	87
Figura 6.22: Tipo de antena.....	87
Figura 6.23: Azimut 10°.....	87
Figura 6.24: Vertical Mapper Sector 2.....	88
Figura 6.25: Til Eléctrico 2°.....	89
Figura 6.26: Til Mecánico 2°.....	89
Figura 6.27: Tipo de antena.....	89
Figura 6.28: Azimut 170°.....	89
Figura 6.29: Vertical Mapper Sector 3.....	90
Figura 6.30: Til Eléctrico 2°.....	91
Figura 6.31: Til Mecánico 2°.....	91
Figura 6.32: Tipo de antena.....	91
Figura 6.33: Azimut 170°.....	91
Figura 6.34: Coordenadas de ubicación de la estación.....	92
Figura 6.35: BTS y TRXs del Sistema Radiante.....	92
Figura 6.36: BTS y tipo de combinador.....	92
Figura 6.37: Pruebas dentro de la estación celular sector1.....	93

Figura 6.38: Pruebas dentro de la estación celular sector2.....	94
Figura 6.39: Pruebas dentro de la estación celular sector3.....	94
Figura 6.40: Equipo de Drive Test.....	96
Figura 6.41: Conexión de Equipo de Drive Test.....	97
Figura 6.42: Imagen de la pantalla TEMS.....	99
Figura 6.43: Ventanas del Vertical Mapper.....	99
Figura 6.44: Análisis de drive test - RX Level Sub.....	102
Figura 6.45: Análisis de drive test - Cell ID.....	103
Figura 6.46: Análisis de drive test – FER.....	104
Figura 6.47: Análisis de drive test - Timing Advance.....	105
Figura 6.48; Análisis de handover en el recorrido de drive test/corta.....	106
Figura 6.49: Análisis de drive test – Cell Reselection/corta.....	108
Figura 6.50: Análisis de drive test – Rx Level Sub/corta	109
Figura 6.51: Análisis de drive test – FER/corta	109
Figura 6.52: Análisis de drive test – Cell ID/corta	110
Figura 6.53: Análisis de drive test – Timing Advance/corta	110
Figura 6.54: Análisis de drive test-GPRS.....	114
Figura 6.55: Análisis de drive test – EGPRS.....	115
Figura 6.56: Análisis de drive test – Attach Time.....	116
Figura 6.57: Análisis de drive test – PDP Context Time.....	117
Figura 6.58: Análisis de drive test – Coding Schemes UL.....	119
Figura 6.59: Análisis de drive test – Coding Schemes DL.....	119
Figura 6.60: Análisis de drive test – Scanner Best Server.....	120
Figura 6.61: Análisis de drive test – Scanner Best Server Rx Level.....	120
Figura 6.62: Análisis de drive test – Rx Level sector Alfa.....	121
Figura 6.63: Análisis de drive test – Rx Level sector Beta.....	122
Figura 6.64: Análisis de drive test – Rx Level sector Gamma.....	122
Figura 6.65: Estadísticas de TCH Traffic Carried promedio de la nueva estación...135	
Figura 6.66: Estadísticas de TCH Drop Rate sector 1.....	136
Figura 6.67: Estadísticas de TCH Drop Rate sector 2.....	136

Figura 6.68: Estadísticas de TCH Drop Rate sector 3.....	137
Figura 6.69: Estadísticas de SDCCH Drop Rate de la nueva estación.....	137
Figura 6.70: Estadísticas de CSSuccRateBSS sector 1.....	138
Figura 6.71: Estadísticas de CSSuccRateBSS sector 2.....	138
Figura 6.72: Estadísticas de CSSuccRateBSS sector 3.....	139
Figura 6.73: Pruebas Indoor – Casa Ferretería Fong.....	142
Figura 6.74: Pruebas Indoor – Office Mundo 21.....	142
Figura 6.75: Pruebas Indoor – Banco de Guayaquil.....	142
Figura 6.76: Pruebas Indoor – Municipio de Quevedo.....	143
Figura 6.77: Mapa de cobertura de la estación.....	145
Figura 6.78: Mapa de cobertura con estaciones vecinas.....	146

INDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

Tabla 2.1: Bandas de frecuencias.....	11
Tabla 2.2: Pérdidas BTS/MS.....	30
Tabla 2.3: Pérdidas en lo feeders.....	30
Tabla 2.4: Pérdidas en Jumpers y conectores.....	31
Tabla 2.5: Ganancia de la antena.....	32

CAPÍTULO IV

Tabla 4.1 Pregunta 01.....	57
Tabla 4.2 Pregunta 02.....	58
Tabla 4.3 Pregunta 03.....	59
Tabla 4.4 Pregunta 04.....	60
Tabla 4.5 Pregunta 05.....	61
Tabla 4.6 Pregunta 06.....	62
Tabla 4.7 Pregunta 07.....	63
Tabla 4.8 Pregunta 08.....	64
Tabla 4.9 Pregunta 09.....	65
Tabla 4.10 Pregunta 10.....	66

CAPÍTULO VI

Tabla 6.1 Rangos de Cobertura.....	73
Tabla 6.2: Ubicación de los puntos de interés.....	77
Tabla 6.3: Rangos del parámetro Frame Error Rate.....	103
Tabla 6.4: Relación Timing Advance y distancia en metros.....	105
Tabla 6.5: GPRS Coding Scheme.....	117
Tabla 6.6: Modulación EGPRS y Coding Scheme.....	118

Tabla 6.7: Fórmulas usadas para el cálculo de llamadas caídas y handover exitosos.....	123
Tabla 6.8: Resumen de Estadísticas de Drive Test.....	123
Tabla 6.9: Valores de KPIs de la nueva estación y TBFs de datos no cumplidos...	129
Tabla 6.10: Parámetros lógicos para datos.....	131
Tabla 6.11: CR enviado para mejorar parámetros de datos de la nueva estación....	132
Tabla 6.12: Valores de KPIs que cumplen los umbrales de aceptación.....	134
Tabla 6.13: Niveles Indoor en los sitios de Interés.....	141
Tabla 6.14: Sistema Radiante Sector 1.....	144
Tabla 6.15: Sistema Radiante Sector 2.....	144
Tabla 6.16: Sistema Radiante Sector 3.....	145
Tabla 6.17: Resumen de Estadísticas de Drive Test.....	146
Tabla 6.18: Resumen de KPI del Sistema.....	147
Tabla 6.19: Tipo de estación.....	147
Tabla 6.20: Puntos de interés cubiertos por LA NUEVA ESTACION.....	148
Tabla 6.21: Niveles de señal de los Puntos de interés.....	149

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo recoge toda la información relacionada al Initial Tuning con tecnología GSM en la empresa Ultratel Telecomunicaciones con el objetivo de garantizar el correcto desempeño de una estación celular; a continuación se presenta un breve resumen que detalla el contenido de cada uno de los capítulos desarrollados.

El CAPITULO I, presenta el planteamiento y formulación del problema, con su respectivo análisis crítico y delimitación; además indica la justificación del proyecto y los objetivos que se pretende alcanzar con el presente análisis.

El CAPITULO II, contiene el Marco Teórico, donde se analiza los conceptos básicos de una red GSM como arquitectura, canales, elementos de un sistema radiante, etc; también se analiza la planificación de las redes y los parámetros que se deben considerar para garantizar el buen desempeño de una estación celular; concluyendo con la hipótesis y las variables de la investigación.

El CAPITULO III, detalla todo lo referente a: tipo o nivel de investigación, la población y muestra; además el plan de recolección de la información para el presente proyecto.

El CAPITULO IV, muestra la interpretación de los resultados previa la recolección de información, mediante diferentes técnicas aplicadas tanto en campo como a los técnicos de la empresa.

El CAPITULO V, indica las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el presente proyecto de investigación, a partir de la interpretación de resultados.

El CAPITULO VI, presenta la propuesta al tema de investigación empezando por el análisis de la señal brindada por la operadora en la zona centro de Quevedo y una vez instalada la estación la revisión o modificación de parámetros tanto a nivel lógico

como físico con la finalidad de garantizar el cumplimiento de los objetivos de diseño de la Nueva Estación.

INTRODUCCION

El constante cambio que caracteriza el mundo de las telecomunicaciones, y las tendencias a requerir conectividad y acceso a servicios, desde cualquier lugar con ciertos niveles de calidad de servicio, sin conexiones físicas y a través de un único terminal, son los factores que han provocado el desarrollo de tecnologías como WiMAX, mejoras en WiFi y una evolución mayor de la telefonía celular.

Esta evolución ha hecho que la demanda de los servicios que ofrecen las operadoras celulares vaya en aumento, dando como resultado el incremento del número de estaciones base, las cuales proporcionen una capacidad de radio adicional sin incremento del espectro de radio. Este principio es el fundamento de los modernos sistemas de comunicaciones inalámbricos, y en particular de GSM.

En la actualidad, las operadoras de telefonía celular GSM en el Ecuador al ofrecer nuevos servicios, están tratando que estos servicios lleguen a lugares más alejados o de mayor afluencia de usuarios; por lo cual, la creación de nuevas estaciones celulares cobra mayor importancia y se refleja de manera directa en la percepción de calidad por parte del usuario.

Este proceso es muy importante dentro del desarrollo de una red de telefonía móvil celular, conocido como INITIAL TUNING, el cual es de suma importancia, cuya técnica de medición comienza con el conocido “*drive test*” que conjuntamente con el uso de material fotográfico, mapas de geografía del terreno y sistemas de gestión que extraen datos estadísticos del sitio se logra realizar dicho proceso.

El proceso de Initial Tuning en una estación celular que empieza a entrar en operación es fundamental, puesto que esta valida a la estación dentro de su entorno, y al mismo tiempo garantiza el cumplimiento de los objetivos de diseño de la estación. Muchas de las operadoras celulares a nivel mundial lo realizan y el Ecuador está

siendo parte de esto, garantizando de esta manera mejor cobertura, calidad y servicios al usuario final.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del Problema

1.1.1. Contextualización

El aumento considerable de usuarios de operadoras de telefonía celular a nivel mundial, ha provocado un efecto positivo en dichas compañías, puesto que estas buscan satisfacer las necesidades de los usuarios ofreciendo mejores servicios, mayor cobertura y por sobre todo mejores precios; tratando cada vez más, que sus estaciones celulares cumplan con los objetivos para las cuales fueron diseñadas, pero por sobre todo que garanticen calidad en sus servicios.

En Latinoamérica muchas empresas como: Telecom Argentina, Telcom Celular Chile, Telefónica entre otras, se están preocupando por brindar mayor cobertura y para este fin se están instalando nuevas estaciones base de telefonía celular, en sitios de difícil acceso con la finalidad de garantizar el servicio en sectores donde antes no era posible establecer una conexión; esto es factible gracias a modernas técnicas que permiten garantizar y comprobar el estado de las estaciones.

En el Ecuador gran parte de las estaciones celulares que se han instalado no cumplen con los mínimos parámetros de calidad, lo cual ha provocado muchos malestares en los usuarios como problemas en cobertura, pérdidas en

las llamadas, bloqueos entre otras; razones que debilitan el servicio celular el cual se ve representado directamente en el desempeño de la estación.

1.1.2. Análisis Crítico

La calidad en el servicio de algunas compañías de telefonía celular se ve reflejada en la inconformidad de muchos de los usuarios, los cuales contratan diversos servicios como: mensajería, correo, voz y estos no funcionan de manera adecuada, debido a que en muchos sectores las estaciones se encuentran saturadas de usuarios o no existe cobertura, lo cual ha provocado que el servicio sea deficiente y no se vea representado en el costo final que asume el usuario.

Cabe mencionar también que el incremento en la población es considerable y esta principalmente se ha asentado en las principales ciudades, carreteras o en pueblos muy alejados, lo que ha ocasionado que el servicio de telefonía evolucione con el objetivo de llegar a más lugares ofreciendo un servicio de calidad o manteniendo la eficiencia en los servicios ofrecidos.

1.1.3. Prognosis

Estas razones hacen que sea necesaria la instalación de nuevas estaciones de telefonía celular y al mismo tiempo desarrollar procesos que muestren el comportamiento de la misma; es decir cómo afecta al medio en el que se encuentra o como esta se ve afectada por otras estaciones cercanas.

Estos procesos son de gran ayuda para determinar el funcionamiento de una estación sin dejar de lado las necesidades de los usuarios ya que si no se desarrolla el servicio Initial Tuning con tecnología GSM, para garantizar el correcto desempeño de una estación celular, la empresa Ultratel Telecomunicaciones perderá credibilidad con sus clientes.

1.2. Formulación del Problema

¿Qué incidentes tiene el servicio Initial Tuning con tecnología GSM, en el correcto desempeño de una estación celular de la empresa Ultratel Telecomunicaciones?

1.2.1. Preguntas Directrices

- ¿El desarrollo del servicio Initial Tuning de una estación celular con tecnología GSM, permite conocer como una estación afecta al medio y a las estaciones cercanas?
- ¿El funcionamiento del servicio celular puede medirse a través de técnicas de campo que determinen la operatividad del mismo?
- ¿El cumplimiento de los objetivos de diseño de las estaciones celulares garantiza un mejor servicio al usuario final?
- ¿Cómo el ajuste de los mínimos parámetros de calidad en una estación celular ayuda a mantener el buen desempeño de la misma?

1.2.2. Delimitación del Problema

- **Campo:** Ingeniería Electrónica y Comunicaciones
- **Área:** Radio Frecuencia
- **Aspecto:** Monitoreo inicial de estaciones celulares.

El presente proyecto de tesis “Initial Tuning con tecnología GSM, en la empresa Ultratel Telecomunicaciones para garantizar el correcto desempeño de una estación celular.”, será realizado en las instalaciones de la empresa Ultratel Telecomunicaciones, ubicada en la provincia de Pichincha y tendrá un intervalo de duración de seis meses, luego de aprobado el tema en Consejo Directivo.

1.3. Justificación

La necesidad de las operadoras de telefonía celular GSM en el Ecuador por ofrecer cada vez más nuevos servicios y así incrementar enormemente el número de usuarios, está provocando que se busquen mecanismos que ayuden a determinar la operabilidad de las estaciones de telefonía, y de esta manera garantizar el rendimiento; el cual cobra cada vez mayor importancia y se ve reflejada de manera directa en la percepción de calidad por parte del usuario.

Actualmente muchos de los usuarios de telefonía celular se encuentran insatisfechos con el servicio que ofrecen las operadoras de telefonía celular, debido a que se enfrentan a varios problemas como: insuficiente cobertura en las carreteras del país, tiempos de respuesta muy encima del tiempo normal, caídas o pérdidas de la llamadas cuando un usuario se traslada de un sitio a otro y bloqueo en las llamadas.

Principales problemas dentro de ciudades donde existe mayor concentración de usuarios, sin contar con los problemas a los que se enfrentan los usuarios de zonas rurales donde la ausencia de telefonía celular es muy alta y si esta existe es deficiente de tal manera que no garantiza un buen servicio cuando el usuario hace uso del mismo.

Todos estos motivos hacen que las operadoras celulares busquen procesos que ayuden a determinar a tiempo anomalías en las estaciones celulares, uno de estos procesos es el Initial Tuning o IT el cual la empresa Ultratel Telecomunicaciones ofrece, con el fin de garantizar los objetivos de diseño de las estaciones, los mínimos parámetros de calidad y el buen desempeño de la misma.

El proyecto es posible desarrollarlo puesto que será realizado con información veraz obtenida en campo y con datos proporcionados por la operadora, buscando siempre cumplir con las necesidades y requerimientos del cliente y, en particular de la empresa.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar el proceso Initial Tuning con tecnología GSM, en la empresa Ultratel Telecomunicaciones para garantizar el correcto desempeño de una estación celular.

1.4.2. Objetivos Específicos

1.4.2.1 Recolectar información del comportamiento de una estación celular en operación a través del proceso Initial Tuning.

1.4.2.2 Garantizar el cumplimiento de los objetivos de diseño, los mínimos parámetros de calidad y el buen desempeño de una estación celular.

1.4.2.3 Cumplir correctamente el proceso de IT, y crear un documento que resuma el comportamiento de la estación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos

Revisando los archivos de la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato no se detecto una tesis o una pasantía con el tema expuesto.

2.2. Fundamentación

2.2.1. Fundamentación Legal

Los mayores organismos encargados de la estandarización son el European Telecommunication Standard Institute (ETSI) o Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones, el cual es una organización de estandarización de la industria de las telecomunicaciones, fabricantes de equipos y operadores de redes, de Europa, con proyección mundial. El ETSI ha tenido gran éxito al estandarizar el sistema de telefonía móvil GSM.

El ETSI produce a nivel mundial las normas aplicables para la Información y las Telecomunicaciones, incluidas las operadoras fijas, móviles; la radio, la convergencia, la radiodifusión y las tecnologías de Internet.

En el Ecuador los máximos organismos que regulan las comunicaciones son: CONATEL es el organismo de regulación y administración de las telecomunicaciones que integre a todos los ciudadanos que habitan en el país a través de una política que promueva el acceso de por lo menos un servicio de

telecomunicación. SENATEL es un referente en el sector público, con liderazgo y excelencia en la administración de los recursos.

El presente proyecto se encuentra bajo la autorización de la Empresa Ultratel Telecomunicaciones a cargo de la Project Manager Ingeniera Ángela Mora y la colaboración del personal técnico del área de Radio Frecuencia.

2.2.2. Categorías Fundamentales

2.2.2.1. Red GSM^[1]

Es conocida como aquel servicio portador, constituido por todos los medios de transmisión y conmutación necesarios que permiten enlazar a voluntad dos equipos terminales móviles mediante un canal digital, que se establece específicamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma.

Es un sistema de radiotelefonía móvil digital de acceso global, que permite dar cobertura internacional con un gran número de abonados. Además permite el acceso a redes de comunicación avanzadas como la RDSI.

GSM mejor vendido que CDMA y otros por:

- Costos.
- Cooperación de la industria y mejores profesionales.
- Migración a tercera generación.
- Facilidad con Sim Card.
- Nivel mundial con móvil de cuatro bandas.

Funcionalidades

GSM ofrece Servicios de Suplementarios de Telefonía tales como:

- Identificación del abonado llamante.

[1] <http://www.melodiasmoviles.com/documentacion/red-gsm.php>

- Redireccionamiento de llamadas.
- Llamada en espera.
- Terminación de llamadas de usuarios ocupados.
- Grupos cerrados de usuarios.
- Tarificación.
- Mantenimiento de llamada.
- Transferencia de llamada.
- Prohibición de determinadas llamadas desde un terminal.
- Permite la emisión de Mensajes cortos.

Servicios de GSM

- GPRS: (General Packet Radio Services) es un servicio para comunicación de datos que permite al MS una conexión a Internet sin la necesidad de establecer una llamada de voz, este puede utilizar hasta 8 TS con una tasa teórica de hasta 115 kbps.
- EDGE: (Enhanced Data Rate for GSM Evolution) fue creado para aumentar la tasa de datos para servicios ofrecidos por la red GSM, esto se logra por el uso de un nuevo tipo de modulación (8PSK) con lo que se logra ofrecer 384 kbps
- 3G: evolución a tercera generación con una velocidad de 2 Mbps.

2.2.2.1.1 Arquitectura de una red GSM^[2]

La red GSM tiene 3 elementos fundamentales: Mobile Station (MS), Base Station Subsystem (BSS) y Network Switching Subsystem (NSS) con sus respectivas interfaces; cada uno formado por otros elementos detallados a continuación.

[2][http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Tecnologias%20de%20banda%20angosta/Sistemas%20de%20comunicaciones%20m%F3viles%20\(GSM\).pdf](http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Tecnologias%20de%20banda%20angosta/Sistemas%20de%20comunicaciones%20m%F3viles%20(GSM).pdf)

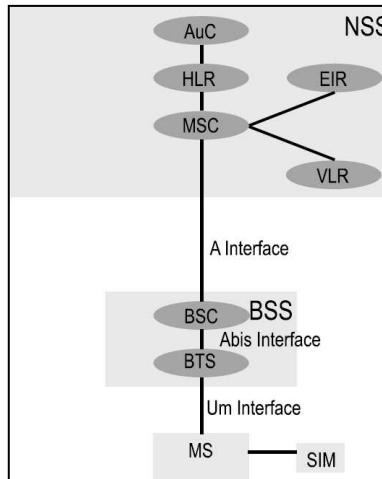


Figura 2.1: Arquitectura de la red GSM^[3]

a) Mobile Station - MS

MS es el conjunto de Sim card + Mobile Equipment, los cuales en conjunto conforman el equipo necesario para que el abonado acceda a la red GSM. La Sim Card es una tarjeta inteligente con memoria que da una identidad al equipo, contiene: datos administrativos, datos de seguridad, datos de Roaming, datos del abonado IMSI^[4], etc.



Figura 2.2: Mobile Station

Estados de MS

❖ Idle Mode: Es el modo en el cual el MS está encendido pero no está en modo de llamada es decir en standby, aquí controla el MS. Se tienen 4 funciones:

[3] Regis J.(Bud) Bates; GPRS(General Packet Radio Service)Quebecor/Martinsburg, 2002; ISBN: 0-07-138188-0

[4]IMSI- International Mobile Station Identifier

- Cell selection and reselection.
- GSM/GPRS para UMTS cell reselection.
- Location updating.
- Overload.

❖ **Dedicated Mode:** Es el modo cuando el MS se encuentra en llamada o modo dedicado aquí controla la red y tiene varias funciones:

- Handover.
- Conversación.
- Llamada de emergencia.

➤ **Interfaz Um o Aire**

La interfaz Um (U mobile) es aquel que enlaza el MS y la BTS no tiene medio físico también se lo denomina el interface aire y puede transmitir voz y datos. La técnica de acceso es TDMA^[5] y FDMA^[6] combinada. Se tiene dos direcciones Uplink (UL) o RX (MS a BTS) y Downlink (DL) o TX (BTS a MS). La separación de canales es 200 KHz, los mismos que se denominaran ARFCN^[7].

TDMA.- El Acceso Múltiple por División del Tiempo es una tecnología inalámbrica de segunda generación (2G) que brinda servicios de alta calidad de voz y datos de circuito conmutado en las bandas más usadas del espectro, lo que incluye las de 850 y 1900 MHz. TDMA divide un único canal de radiofrecuencia en seis ranuras de tiempo. A cada persona que hace una llamada se le asigna una ranura de tiempo específica para la transmisión, lo que hace posible que varios usuarios utilicen un mismo canal simultáneamente sin interferir entre sí.

FDMA.- Acceso Múltiple por División de Frecuencia, es una forma para conservar varios flujos de información independientes en un mismo canal

[5] http://www.tecnologiahechapalabra.com/tecnologia/glosario_tecnico/articulo.asp?i=788

[6] <http://www.slideshare.net/JENNY53/karol-3445620>

[7] Absolute Radio Frequency Channel Number

de comunicación. A cada flujo de esta información le es asignado gama de frecuencias certificando de esta manera que no se mezclen aunque sean enviados en simultaneo.

Existen 4 bandas de frecuencias (850, 900, 1800 ,1900):

<ul style="list-style-type: none"> • GSM 850 <ul style="list-style-type: none"> • Rango UL: 824 - 849 MHz • Rango DL: 869 - 894 MHz • Rango de canales: 128 - 251 • $F_{rx} = 824.2 + 0.2(n-128)$ • $F_{tx} = F_{rx} + 45$ • PGSM 900 <ul style="list-style-type: none"> • Rango UL: 890 - 915 MHz • Rango DL: 935 - 960 MHz • Rango de canales: 1 - 124 • $F_{rx} = 890 + 0.2(n)$ • $F_{tx} = F_{rx} + 45$ • DCS 1800 <ul style="list-style-type: none"> • Rango UL: 1710 - 1785 MHz • Rango DL: 1805 - 1880 MHz • Rango de canales: 512 - 885 • $F_{rx} = 1710.2 + 0.2(n - 512)$ • $F_{tx} = F_{rx} + 95$ 	<ul style="list-style-type: none"> • PCS 1900 <ul style="list-style-type: none"> • Rango UL: 1850 - 1910 MHz • Rango DL: 1930 - 1990 MHz • Rango de canales: 512 - 810 • $F_{rx} = 1850.2 + 0.2(n - 512)$ • $F_{tx} = F_{rx} + 80$ • EGSM 900 <ul style="list-style-type: none"> • Rango UL: 880 - 915 MHz • Rango DL: 925 - 960 MHz • Rango de Canales: 975 - 1023 • $F_{rx} = 890 + 0.2(n - 1024)$ • $F_{tx} = F_{rx} + 45$
--	---

Tabla 2.1: Bandas de frecuencias

b) Base Station Subsystem - BSS

Está compuesto por BTS, BSC y TRAU, sus funciones son definidas por la ITU y al ETSI, tiene las funciones de Call Set up para voz y datos, Call Handling supervisión y mantenimiento de la llamada, Call Release liberación de llamada y Operación y Mantenimiento de BSS.

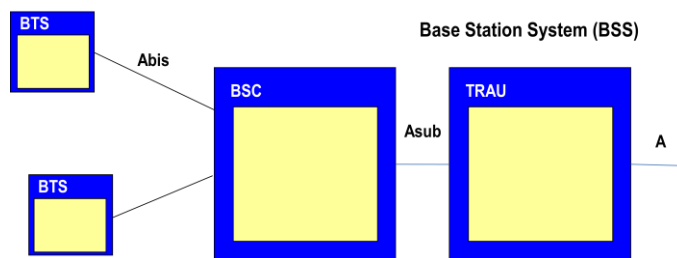


Figura 2.3: Base Station Subsystem

Capas de BSS

Las funciones de telecomunicaciones de una red GSM están divididas en capas, estas capas están divididas en dos categorías básicas, Aplicación y Transporte.

La capa de aplicación es dividida en subcapas para control: Call Management (CM), Mobility management (MM), Radio Resource Management (RRM o RR).

- CM: ejecuta el control de una llamada para establecimiento, mantenimiento y liberación de una llamada, SMS dentro de CM permite al móvil enviar mensajes de texto de hasta 160 caracteres.
- MM: es usado por el NSS para manejar la base de datos de suscriptores incluyendo información de localización y autenticación, también es usado por el MS para enviar actualizaciones de localización cuando se mueven a nuevas áreas de servicio.
- RRM: establece, mantiene y libera conexiones entre el MS y la MSC durante una llamada. Esto incluye funciones como administración de recursos de radio, asegurar servicio, etc. Ejecuta HO cuando el móvil se mueve durante una llamada o cuando la calidad cae con buenos niveles de señal, las funciones RRM ocurren principalmente entre el MS y la BSC.

Las capas de transmisión dan la transmisión entre varios componentes, estas capas describen el modelo OSI, capa física y capa de datos, los protocolos usados para estas capas son estándar.

➤ **Base Transceiver Station - BTS**

Contiene todos los equipos de TX y RX de RF incluyendo un sistema irradiante, soporta un interface aire con el MS y se conecta a la BSC por el interface Abis, ejecuta las tareas de TX y RX de RF, diversidad de antenas, mediciones de canales de radio y pruebas de RF.

Es uno de los más importantes elementos de la red, ya que contiene los TRX (Transceiver) que consisten básicamente de una unidad de baja y alta frecuencia para procesar señales digitales y para modulación y demodulación de GSMK^[8]. Las BTS pueden ser indoor, outdoor, micros, minis, macros, pico, etc, dependiendo del fabricante, cada una con un máximo de TRX.



Figura 2.4: Base Transceiver Station

Elementos de una BTS

Transceiver RF: Se refiere al TRX, consiste de un transmisor, receptor y un receptor de diversidad. La función principal es dar el procesamiento digital y analógico de señales requerido para manejar una portadora en uplink y downlink.

Dual Baseband (BB2): Es un procesador digital de señales, consiste de dos módulos baseband independientes, los cuales tienen funciones independientes para su propio TRX. Su principal función es llevar fuera todo el procesamiento digital de señales de los canales de voz y datos y manejar toda la señalización para todas las funciones de voz.

Dual Duplex (DDU): Cumple la operación de duplexar las señales de TX y RX en una antena común, además filtra y amplifica la señal principal y la de diversidad de recepción.

[8] <http://es.wikipedia.org/wiki/GMSK>

Dual Band Duplex: Este sencillo duplexor puede ser usado para combinar salidas de GSM 850 y GSM 1900 o combinar óptima de la señal recibida del MHA.

Wideband Combiner (WBC): Este combina dos salidas de transmisión en una, cuando se usa este elemento se requiere la unidad Dual Duplex.

Remote Tune Combiner (RTC): Este combina hasta seis salidas de transmisión en una antena, además proporciona filtrado y amplificación a las señales principal y la de diversidad de recepción. Un duplexor está construido dentro del RTC no requiere una unidad Dual Duplex.

Receiver Multicoupler: Este distribuye la señal de RX al TRX, hay una unidad 6-way siempre usada con un RTC y una unidad 2-way a ser usada con el WBC o combinando by-pass.

Masthead Amplifier (MHA): Entrega 32 dB RX de ganancia, baja figura de ruido en RX y bajas pérdidas de TX.

Bias Tee/(VSWR): Este entrega DC vía un cable de RF al MHA, existen dos versiones una con monitoreo de VSWR y otra sin monitoreo. El VSWR se monitorea sistemáticamente chequeando la condición lineal de la antena y dando una alarma si el VSWR excede de 2.6. El Bias Tee sin VSWR es usado solamente con el MHA mientras que el Bias Tee con VSWR puede ser usado con o sin MHA.

Transmisión DTRU: Realiza la conexión de la BTS con el resto de la red a través del interface Abis. La transmisión puede ser por enlace de radio, línea de cobre (E1/T1) o fibra óptica (STM-1), el equipo ultrasite soporta 16, 32 y 64 Kbps para la señalización de Abis TRX, la velocidad de señalización del interface O&M (interface entre NMS y el NSS) puede ser 16 o 64 Kbps.

Base Operation and Interfaces BOIA: Maneja con cuidado el control de las funciones generales de todas las otras unidades de la BTS como son:

Inicialización de la BTS, configuración, funciones O&M, funciones del reloj principal y la recolección de las alarmas externas e internas.

BOIA controla las unidades fan acorde a la información de temperatura proporcionada por otras unidades. El enfriamiento se ejecuta con el ajuste de la velocidad de rotación del ventilador. Las variaciones de velocidad iguales minimizan el ruido generado por el ventilador.

Power Supply PWS: Este convierte AC o DC a los voltajes DC necesarios en la BTS, en el gabinete pueden estar 3 DC o 2 AC unidades. DC power supply da completa redundancia por los 12 TRX, mientras que con AC power supply solamente para 6 TRX, con EDGE la redundancia se reduce. Esta unidad también entrega energía al MHA.

Fan: Estos son módulos del gabinete básico, los que se encuentran incluidos en el mismo.

Integrated Battery Backup IBBU: Consiste de baterías y rectificadores colocados en la mitad inferior del equipo ultrasite, toma el espacio de 6 TRX. El IBBU es usado para asegurar energía continua cuando la energía principal AC tiene cortes, es capaz de producir energía para 18 TRXs.

➤ **Interfaz Abis**

El interfaz Abis es el encargado de unir a la BTS con la BSC por medio de un PCM30, como todos los otros interfaces en GSM. La mayoría de interface Abis son propietarios lo que significa variaciones en la capa 2 entre fabricantes, la consecuencia es que una BTS de fabricante A no puede ser usada con una BSC de fabricante B.

La velocidad de transmisión es 2.048 Mbps la cual es particionada en 32 canales de 64 Kbps cada uno, la técnica de compresión que usa GSM es que empaqueta hasta 8 canales de tráfico GSM dentro de un sencillo canal de 64 Kbps. Esta interfaz soporta canales de tráfico a 64 Kbps llevando datos o voz del usuario y canales de señalización BSC – BTS a 16 Kbps.

➤ **Transcoding Rate and Adaptation Unit -TRAU**

Esta localizado entre la BSC y la MSC, este comprime o descomprime la voz entre el MS y la MSC y lo puede hacer entre 64 Kbps a 16 Kbps, este no se usa para conexiones de datos.

➤ **Base Station Controller-BSC**

La BSC hace de interfaz entre el BSS y el subsistema de conmutación, puede manejar las comunicaciones de varias BTS's con un solo MSC. Sus funciones son entre otras: administrar los recursos de radio, controlar los handovers, supervisión de las estaciones base, gestión de la transmisión hacia las estaciones base, transcodificar y adaptar velocidades y localización de las estaciones móviles.

c) **Network Switching Subsystem - NSS**

➤ **Mobile Services Switching Center - MSC**

Es conocida también como central de conmutación y control, responsable de las funciones de conmutación y señalización para las estaciones móviles localizadas en un área geográfica determinada, una característica importante es la movilidad, ya que está encargado de rutiar todas las llamadas de voz y datos para la BSS, otra MSC u otras redes externas como la red fija.

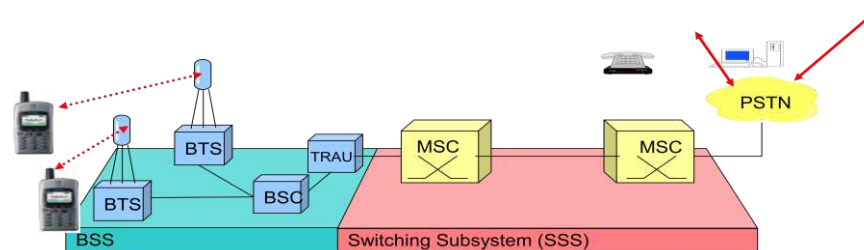


Figura 2.5: Mobile Services Switching Center

Sus funciones principales son:

- Coordina y administra todas las BTS.
- Coordina las llamadas entre la oficina de telefonía fija y los abonados, así como las llamadas entre los terminales celulares y los abonados, a través de las BTS.
- Se encarga de la facturación.
- Dirige el Hand off entre cell site.
- Tiene un software de gestión : network management system.

Visitor Location Register - VLR

Contiene la base de datos temporal de los abonados similar al HLR y se encuentra en la MSC, cuando el abonado se mueve a otra área de servicio el nuevo VLR hace una requisición de los datos del abonado al HLR, un ejemplo se da con el roaming^[9]. El HLR no maneja al abonado en el área donde se encuentra sino el VLR que está asignado a la MSC de servicio.

Equipment Identity Register - EIR

Es un banco de datos que almacena los IMEI de todos los ME registrados en la red, los cuales están dentro de una de las siguientes listas: White list el cual permite libre funcionamiento del IMEI, Black list que registra los IMEI como robados, dañados o extraviados y Grey list: que coloca los IMEI en observación.

➤ Home Location Register - HLR

Es un banco de datos donde los abonados son creados, borrados y colocados en standby por el operados de la red. Maneja el parámetro Ki^[10] el cual es parte de la seguridad del móvil nunca se transmite en ningún interfaz y solo lo conoce el HLR y la SIM.

[9] <http://es.wikipedia.org/wiki/Itinerancia>

[10] <http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:zcLIA->

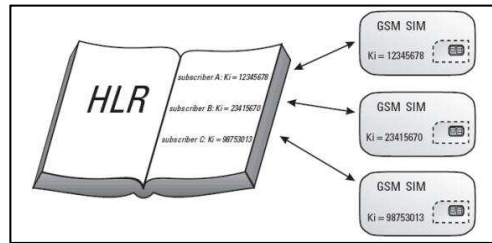


Figura 2.6: Home Location Register

➤ **Autentication Center - AuC**

Es un banco de datos conectado al HLR el cual tiene la función de proveer al HLR los parámetros de autenticación de los abonados, este es un sistema de seguridad, el AuC protege a las operadoras de fraude del sistema tales como la clonación de estaciones móviles.

2.2.2.1.2 Canales Físicos y Lógicos en una Red GSM^[11]

a) Canales Físicos

Los canales físicos son todos los Time Slot de la BTS y pueden ser FR (Full Rate) que es un canal codificado a 13 Kbps, también puede ser HR (Half Rate) que soporta 7 Kbps. El canal físico es el medio sobre el cual la información es transmitida.

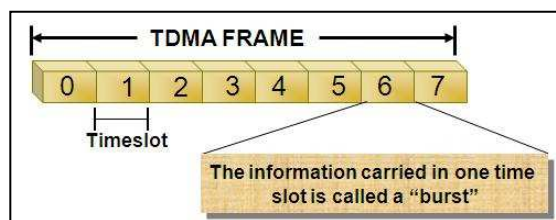


Figura 2.7: Canal Físico

b) Canales Lógicos

Los canales en la interfaz de aire en GSM son canales lógicos y están divididos en dos grandes grupos: TCH (Traffic Channels – Canales de Tráfico) y CCH (Control Channels – Canales de Control).

[11] <http://tesis.pucp.edu.pe/files/PUCP00000001074/Optimizaci%F3n%20de%20la%20zona%20centronorte%20de%20la%20red%20GSM%20de%20un%20operador%20m%F3vil%20en%20lima%20a%20nivel%20radio.pdf>

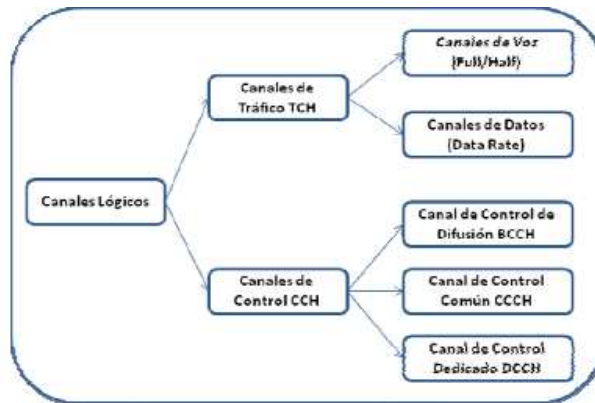


Figura 2.8: Canales Lógicos GSM

Los canales de tráfico se dividen a su vez en dos:

- Speech Channels (Full/Half): Son los canales por donde pasa la voz, los cuales pueden ser Full Rate o Half Rate.
- Data Channels (Data Rate): Son los canales por donde pasan los datos.

A los canales de voz normalmente se les da mucha mayor prioridad que a los canales de datos. Luego los canales de control se dividen en tres: BCCH, CCCH y DCCH. A su vez éstos incluyen diferentes canales, los cuales se explicarán a continuación.

Broadcast Control Channel - BCCH

Es un canal de DL, enviado en un mensaje de 23 bytes sobre 4 burst cada 51 multiframe (235.8 ms), contiene mensajes denominados System Information los cuales dicen al MS información sobre el sistema tales como:

- Reglas de acceso de la celda.
- LAC, CI (para propósitos de pruebas).
- Parámetros RACH para las reglas de random access.
- Organización CCCH.
- HSN
- Información de BTS vecinas.

La información llevada en esta canal es monitoreada por el MS periódicamente cuando el MS esta encendido pero no en llamada.

- Frequency Correction Channel - FCCH

Es un canal solo en DL enviado cada 50 ms en las tramas 0/10/20/30/40 de la 51 multitrama, solo presente en el slot 0 del BCCH frequency y es el primer canal lógico a ser decodificado, su misión, ayudar al MS a sincronizarse en frecuencia para luego hacerlo en tiempo, tiene un burst con 148 bits 0.

- Synchronisation Channel - SCH

Es un canal en DL enviado cada 50 ms transmitido en las tramas 1/11/21/31/41 de la 51 multitrama, es el segundo canal lógico a ser decodificado luego del FCCH, tiene un burst compuesto de 78 bits de datos y una secuencia de aprendizaje, su papel es sincronizar al MS en tiempo en el TS 0 de la trama TDMA, la secuencia de aprendizaje es para que el móvil reconozca la red GSM, contiene los datos RFN y BSIC.

Common Control Channel - CCCH

Es responsable de transferir la información de control entre todos los móviles y la BTS.

- Random Access Channel - RACH

Es un canal de uplink usado por el móvil para confirmar una búsqueda procedente de un PCH, y también se usa para originar una llamada. Todos los móviles deben pedir acceso o responder ante petición por parte de un PCH dentro del time slot 0 de una trama GSM. En la estación base, cada trama (inclusive la trama idle) aceptara transmisiones RACH de los móviles durante el time slot 0. Para establecer el servicio, la estación base debe responder a la transmisión RACH dándole un canal de tráfico y asignando un canal de control dedicado (SDCCH) para la señalización durante la llamada.

- Access Grant Channel - AGCH

Es un canal de DL el cual comparte con el PCH la capacidad del CCCH^[12]. Tiene el formato clásico de Burst^[13], este contiene el mensaje de Immediate Assignment (23 bytes enviado sobre 4 burst). Su misión es dedicar un canal de señalización SDCCH o TCH al MS.

- Este es la respuesta a un RACH.
- Este contiene: Frecuencia, número de slot, descripción de FH si está activo, parámetros de Timing Advance.
- Hasta ahora el canal no ha sido dedicado al MS, esto se reconoce con el Randon Number.

DCCH

Se subdivide en los siguientes 3 canales:

- SDCCH (Stand Alonem Dedicated Channel): Canal de señalización apartado para la señalización del establecimiento de la llamada, SMS.
- SACCH (Slow Associated Control Channel): Canal de señalización periódica. En el downlink brinda informaciones del sistema, control de potencia. En el uplink brinda medidas de nivel de calidad y SMS.
- FACCH (Fast Associated Control Channel): Canal de señalización esporádica. Envía la señalización del handover y la modificación del modo de canal (de voz a data o viceversa).

2.2.2.1.3 Radio Canales

Se entiende por Radio Canal al par de frecuencias portadoras más un time slot, que van a servir como canales de tráfico en una comunicación. De estas

[12] Common Control Channel

[13] <http://es.wikipedia.org/wiki/PAL>

2 frecuencias una va a ser la frecuencia de Tx de la estación base y Rx del terminal, la otra frecuencia va a ser la de Rx de la estación base y Tx del terminal. Transportan datos y voz entre el abonado y las estaciones base, cada abonado sólo puede usar un canal a la vez.

2.2.2.2 Elementos de un Sistema Radiante en una Red GSM ^[14]

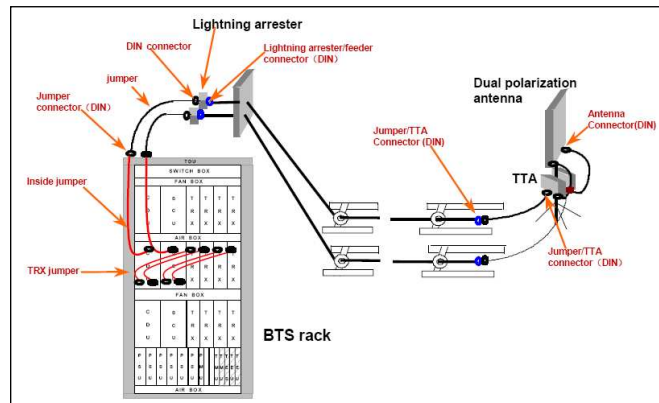


Figura 2.9: Diagrama de un sistema Radiante

2.2.2.2.1 Antena

Una antena es un conductor pasivo llevando señal de RF en varias direcciones, el cual causa el flujo de corriente que irradia campos electromagnéticos y estos a su vez causan corriente en la antena receptora. En la cual es importante tomar en cuenta ciertas características:

- a) Polarización
- b) Ganancia
- c) Patrones de Radiación
- d) Azimut¹⁵
- e) Número de sectores
- f) Ancho del Lóbulo
- g) TIL en las Antenas
- h) Tipo de Arreglos en las Antenas

[14] <http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/123456789/768/3/T10526CAP3.pdf>

[15] <http://es.wikipedia.org/wiki/Acimut>

2.2.2.2.2 TMA (Tower Mounted Amplifier)

Es un amplificador de UL de bajo ruido que se coloca lo más cerca de la antena para compensar las pérdidas incurridas de la señal de RX. Es usado principalmente en zonas rurales donde se necesita mejorar las condiciones de UL, para DL no tiene ningún efecto. La ganancia del TMA compensa las pérdidas del feeder y hace un balance en el link budget. Los parámetros más relevantes son: ganancia, pérdidas de inserción en DL.

2.2.2.2.3 Líneas de Transmisión

Dentro de las líneas de TX tenemos los Jumpers y el Feeder, así como los conectores para cada caso. Existen varios tipos como: coaxial, balanceado, desbalanceado. Estos pueden ser configurados de varias maneras ya sea como dieléctrico de aire, dieléctrico de espuma, con chaqueta o sin chaqueta.

Sufren atenuaciones cada 100 metros, este dato es entregado por el fabricante del cable, la impedancia característica es de 50 ohms en algunos casos de 75 ohms donde se coloca un acoplador de impedancias. Los jumpers: son cables flexibles de 1/2" con conectores 7-16 machos, pueden ser de 1m, 2m o hasta 3m de longitud. Las pérdidas de los conectores son por lo general 0.02dB. El total de la máxima atenuación permitida por feeder, jumper y conectores es 3dB y todos los feeders del sistema deberán estar aterrizados correctamente a tierra.

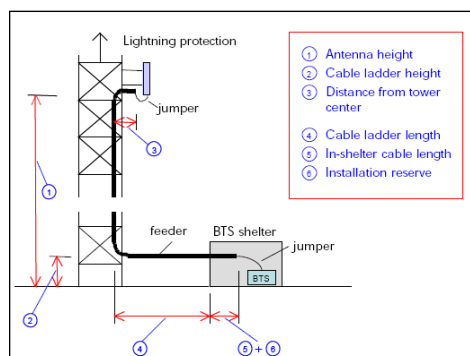


Figura 2.10: Líneas de Transmisión

2.2.2.3 Planificación de Redes Inalámbricas

Es el proceso de planeación de red es decir realizar la planificación para BTS, para las cuales consideraremos muchos aspectos, clasificaciones y demás. Dentro de las consideraciones que debemos tener están:

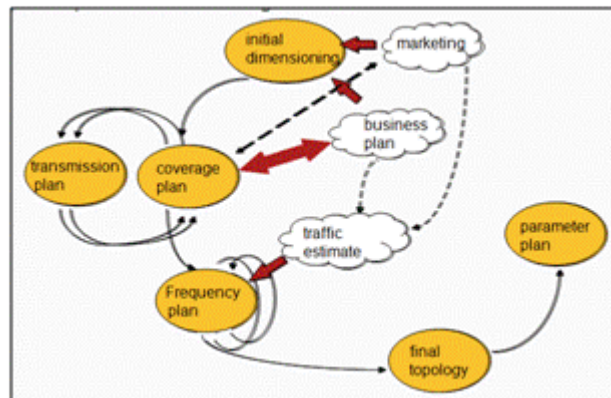


Figura 2.11: Network Planing

- Predicciones del número de subscriptores.
- Requerimientos del operador
- Requerimientos de cobertura.
- Calidad del servicio.
- Sitios recomendados.
- Diseño de red.
- Número y configuración de las BSC.
- Especificaciones de las antenas.
- Topología de BSS.
- Plan de frecuencias.
- Estrategia para una evolución de la red.
- Información externa.
- Datos de terreno.
- Datos de población.
- Ancho de banda habilitado.
- Performance de la red.
- Calculo de margins.

- Probabilidad de interferencia.
- Observaciones de calidad.
- Mapas.
- Ciudades principales.
- Carreteras importantes.
- Posición de montañas.
- Área no habitada.
- Línea costera.
- Conocimientos locales.
- Arquitectura típica.
- Estructura de la ciudad.
- Volumen de tráfico.
- Área de concentración de abonados.
- Rutas principales.
- Datos demográficos.
- Ciudades grandes y pequeñas.
- Distribución de la población.
- Donde se espera cubrir.

2.2.2.3.1 Configuración de la red

Se realiza una estimación del número total de TRX permitido por celda que es igual al ancho de banda del operador sobre el porcentaje del rehúso del plan de frecuencias, de esto obtenemos el número de BTS necesario por razones de tráfico. Evaluar el rango de cobertura alcanzado por una celda, ya sea por topografía (tipo de terreno), requerimientos (Km de carretera o de cobertura), niveles de señal, ambientes. De esto obtenemos el número de BTS por cobertura.

2.2.2.3.2 Topología de la Red

Hay que saber dónde colocar los diferentes tipos de BTS.

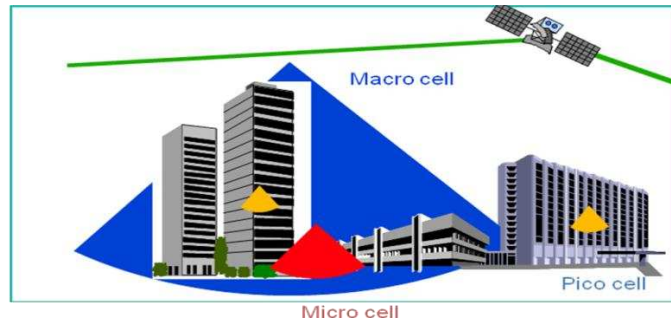


Figura 2.12: Tipos de Red

Macro Cell.- Es adecuada para grandes coberturas. Posee las siguientes características: posición de las antenas alta, rango de la celda entre 2 a 20 km, poco volumen de tráfico, típico en ambientes rurales, proporciona cobertura de carreteras. Puede usar tipos de antenas Omnidireccionales y sectorizadas.

Micro Cell.- Orientada para el uso de capacidad en la red. Posee las siguientes características: adecuada para altas áreas de tráfico, usada con celdas direccionales, equipo y espacio disponible, aplicadas en áreas suburbanas y pequeños pueblos, rango de la celda de 0.5 a 2 Km.

2.2.2.4 Conceptos importantes en redes GSM^[16]

2.2.2.4.1 Sitio, Celda, Sector y TRX.

Estos conceptos están fuertemente ligados a las tecnologías celulares GSM. Usualmente una red consiste de más de un sitio, un sitio corresponde al lugar físico en donde se ubican los equipos y antenas. El sitio puede estar compuesto por uno o más sectores, lo cual depende de las antenas utilizadas. Cada sector puede contener uno o varios TRX, el cual, es un equipo de

[16] <http://www.802.16.2-2004>. IEEE Recommended Practice for Local and Metropolitan Area Networks. Coexistence of Fixed Broadband Wireless Access Systems.

transmisión y recepción (transceiver) que opera en una frecuencia determinada.

2.2.2.4.2 Handover

Entre más pequeñas sean las celdas en las redes inalámbricas, mayor será la probabilidad de que un usuario cambie de celda durante una conexión activa, cuando el usuario se mueve de una celda a otra, el control y la conexión en sí debe ser transferida a la otra celda. Este procedimiento debe ser totalmente transparente para el usuario, no deberá haber cortes ni retardos en la conexión.

2.2.2.4.3 Rehúso de Frecuencias y Formación de Clúster

Al volver a utilizar una frecuencia, que es utilizada como canal de comunicación, en celdas cercanas se produce interferencia, degradando la calidad de la señal y por lo tanto la calidad de servicio. Un clúster corresponde a la agrupación de celdas en donde se utilizan todos los canales de frecuencias, sin que éstos se repitan, que se dispone.

La distancia entre las dos celdas más cercanas que utilizan las mismas frecuencias es llamada distancia de rehúso. A medida que esta distancia disminuye, mayor será la interferencia entre los canales. Los operadores generalmente buscan disminuir el tamaño del clúster, para obtener un mayor factor de rehúso de frecuencia y así aumentar su capacidad de atención a más clientes.

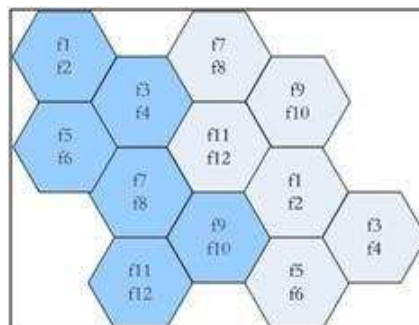


Figura 0.13: Formación de Clústers de 6 celdas

2.2.2.4.4 Atenuación por Propagación^[17]

La atenuación debido a la propagación es inversamente proporcional a la distancia entre el receptor y el transmisor. Existen muchos modelos matemáticos que describen esta dependencia, pero el más conocido es el llamado Okumura-Hata^[18], el cual es válido para el rango de frecuencias de 500[MHz] a 1.5 [GHz]. Existen 4 tipos de morfologías de terreno que se usan dentro del modelo Hata:

- Urbano denso: morfología de ciudad, típicamente contiene edificios, centros de negocios, altos rascacielos, crecimiento notable en la construcción de edificios conteniendo una alta densidad de abonados.
- Urbano: pesadamente construido, abarrotado con edificios medianamente altos, multifamiliares, residencias, muchas casas, largas villas con poca densidad de bosques y una población medianamente instalada.
- Suburbano: compuesto de villas, carreteras o autopistas con pocas casas, pequeños edificios y árboles cercanos a la BTS, con un volumen de población mínimo.
- Rural: pocos obstáculos como árboles o pequeños edificios para el path¹⁹ de propagación, con claras áreas entre 300 a 400 m libres o de campo abierto.

[17] Curso de Planificación y Optimización de Redes GSM, dictado por el Ingeniero Jorge Zambrano, Nokia Siemens

[18] <http://www.eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb0636/pdf>

[19] Ruta



Figura 2.14: Tipos de Morfología

a) Calibración del modelo de Propagación

El éxito es minimizar el error en las predicciones de cobertura para un máximo de pathloss^[20] permitido, los modelos son ajustados por comparación para un sitio tomando como base una distancia de 1 Km.

El Link Budget^[21] es un presupuesto de enlace el cual nos guiará considerando un modelo de propagación como Okumura Hata a una predicción de las condiciones finales en un punto dado, se aplica a voz y no a datos es decir no es válido para GRPS o EDGE o EGPRS.

Los Link Budget son usados para calcular el Máximo Pathloss permitido (MAPL), este MAPL puede ser usado para estimar rangos de celdas con modelos de propagación y también para diseñar un nivel aceptable para ser usado por una herramienta de predicción. Un Link tiene parámetros para la parte de TX, RX y márgenes, a su vez cada uno de estos tiene valores a determinarse para UL y DL.

A continuación describiremos todos los parámetros usados en un Link Budget.

[20]http://en.wikipedia.org/wiki/Path_loss

[21]<http://www.radio-electronics.com/info/propagation/path-loss/link-budget-calculation-formula-equation.php>

Parámetros de TRX

TX Output Power:

- ❖ BTS: es la potencia de salida de un modulo de TX antes de algún cable, combinador, etc.
- ❖ MS: es la potencia de salida el MS antes de la antena, en algunos MS la antena está integrada.

Band	850 Mhz	900 Mhz	1800 Mhz	1900 Mhz	Unit
TX Output Power MS	33	33	30	30	dBm
TX Output Power BTS	Power TRX HP or MP 44.5, 45, 47, 43 etc				

Tabla 2.2: Pérdidas BTS/MS

- ❖ Internal Cabling and Connector Loss: estas son las pérdidas entre el módulo de TX y el combinador/duplexer y entre este y el conector de la antena. Estas pérdidas dependen del tipo de gabinete y de la banda de frecuencia, es un parámetro solo para BTS, No se usa.
- ❖ Combiner and Duplexer Losses: parámetro solo para BTS, el cual acumula todas las perdidas del combinador y Duplexer, estos son internos y los externos se analizará por separado, No se usa.
- ❖ External Duplexer – Diplexer – Combiner – Filter Losses: solo para BTS, estos valores son propios y proporcionados por cada fabricante de equipos, se colocará en DL. Aprox 3.5 dB.
- ❖ Feeder Losses:

BTS: este valor depende de la mara del Feeder, tipo, longitud y banda de frecuencia usada, por lo general sufre atenuaciones cada 100 metros, para RFS tenemos.

Feeder Loss	850 Mhz	900 Mhz	1800 Mhz	1900 Mhz	Unit
LCF 1/2"	6.5	6.8	9.9	10.1	dB/100m
LCF 7/8"	3.8	3.9	5.7	5.9	dB/100m
LCF 1 1/4"	2.7	2.8	4.2	4.3	dB/100m
LCF 1 5/8"	2.3	2.3	3.6	3.7	dB/100m

Tabla 2.3: Pérdidas en lo feeders

MS: aplica cuando se usa bases celulares con antenas externas o con un carkit para auto y usa por lo general cable de ½”.

- ❖ Jumper Losses: debido a que este cable es pequeño tiene altas pérdidas el mismo que se debe colocar entre la BTS y el Feeder y entre el Feeder y la antena, si usa TMA serán adicionales, se usará solo para BTS.
- ❖ Connector Loss: existe porque no son perfectos, estas pérdidas se presentan en conjunto con los jumpers, la pérdida por conector es baja aproximadamente 0.02 dB, solo para BTS.

Jumper Loss + Connectors	850 Mhz	900 Mhz	1800 Mhz	1900 Mhz	Unit
1m	0.146	0.146	0.195	0.195	dB
2m	0.25	0.25	0.35	0.35	dB
3m	0.358	0.358	0.505	0.505	dB

Tabla 2.4: Pérdidas en Jumpers y conectores

- ❖ TMA Insertion Loss: se toma en cuenta si TX y RX están dentro de la misma antena y esta usa TMA, solo para BTS, típicamente 0.5 dB.
- ❖ Splitter Losses: solo para BTS, en algunas ocasiones es necesario dividir el path de la antena en dos o más paths como en las soluciones indoor, típicamente 3 dB.
- ❖ Antenna Gain:
 - BTS: depende del modelo y fabricante.
 - MS: para MS comunes es 0 dB, si usamos antena externa por ejemplo Yagui puede ser de 12 dBi.
- ❖ Slant Polarization Loss: solo para BTS, en caso que la antena del MS no esté en línea con la polarización de la antena de la BTS se da esta pérdida, típicamente 3 dB.

Parámetros de RX

Los siguientes parámetros son similares a los de TX:

- External – Duplexer – Diplexer – Combiner – Filer Loss
- Feeder Losses
- Jumper Losses
- Connectors Losses
- Splitter Losses
- Antena Gain

❖ Receiver Sensitivity:

BTS: usa sensibilidad de recepción dinámica para el diseño de red, por lo general es -111 dB en la entrada de la BTS para todas las bandas de frecuencia, todos los tipos de TRX y todas las opciones de combiner/duplexer.

MS: depende mucho de la clase del MS y la banda de frecuencia, lo usual para los “SMALL MS” es -102 dB en todas las bandas.

- ❖ TMA Contribution Gain: solo para BTS y es la contribución al UL que realiza el TMA a la señal, este no es la ganancia del TMA dada por el fabricante, típicamente 4.5 dB.
- ❖ Antenna Diversity Gain: solo para BTS, se refiere al uso de la diversidad de la antena considerando el tipo de ambiente en que se instala la BTS, también se considera el uso del tipo de TRX si es solo GSM o EDGE.

Antenna Diversity Gain				
Ambiente	Tipo de diversidad	TRX GSM	TRX EDGE	
Urban, Dense Urban	X Pol	5	6	dB
Residential, Suburban	X Pol	4	5	dB
Rural	Horizontatl	3	3.5	dB

Tabla 2.5: Ganancia de la antena

2.2.2.4.5 Ecuación del presupuesto de enlace “Link Budget”

Para crear una ecuación de en presupuesto de enlace “link budget”, es necesario estudiar todas las áreas donde las ganancias y las pérdidas pueden ocurrir entre el transmisor y el receptor como se indico en el ítem anterior, sin olvidar que cada enlace debe ser analizado separadamente. Una típica ecuación de presupuesto de enlace “link budget” para un sistema de comunicaciones puede tener la siguiente relación:

$$P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} + G_{RX} + L_{TX} + L_{FS} + L_P + L_{RX}$$

Expresión 2.1: Ecuación del Presupuesto de enlace “Link Budget”

Dónde:

PRX = potencia recibida (dBm).

PTX = potencia de salida del transmisor (dBm)

GTX = ganancia de antena del transmisor (dBi)

GRX = ganancia de antena del receptor (dBi)

LTX= alimentador del transmisor y pérdidas asociadas (alimentador, conectores, etc) (dB)

LFS = pérdida de espacio libre o la pérdida de camino (dB)

LP =diversas pérdidas de propagación de la señal (como margen de desvanecimiento, el desfase de polarización, las pérdidas asociadas con el medio a través del cual la señal está viajando, otras pérdidas) (dB).

LRX=alimentador del receptor y pérdidas asociadas (alimentador, conectores, etc) (dB).

2.2.2.4.6 Interferencia e Interferencia Co-Canal^[16]

Se llama interferencia al ‘ruido’ en el receptor, causado por que otros usuarios están emitiendo energía, comunicándose, en el mismo canal. La interferencia, obviamente, es una contribución no deseada a la potencia recibida. Si todos los usuarios estuvieran transmitiendo con la misma potencia, el nivel de interferencia sólo dependería de la geometría de la ubicación de cada usuario.

Carrier Interference Ratio (CIR o C/I): Es uno de los parámetros más importante en las comunicaciones inalámbricas. En la Expresión 2.1 se muestra cómo se calcula el CIR.

$$\frac{C}{I} = \frac{C}{\sum_n I_n + N}$$

Expresión 2.2: Fórmula del Carrier Interferente Ratio

El parámetro C en la Expresión 2.1 representa la potencia de la portadora en el receptor. Por ejemplo, un valor típico para C en GSM es -78 [dBm], en condiciones de cobertura promedio. En el ejemplo se aprecia que la potencia con la cual llegan las señales a los receptores es baja, por lo cual los equipos en las estaciones base deben tener una sensibilidad apropiada.

El parámetro I corresponde a la interferencia total recibida desde otros MSs, cuando se considera el enlace UL. Al contrario, cuando se considera el enlace DL, la interferencia la producen las estaciones base que están transmitiendo en la misma frecuencia. Por lo tanto el CIR del enlace DL puede ser distinto al del enlace UL.

El CIR está limitado incluso si no existen fuentes de interferencia, por ejemplo al trabajar sólo con una celda, ya que prácticamente siempre está presente el ruido térmico representado por N en la Expresión 2.1.

2.2.2.4.7 Limitación de: Rango, Interferencia y Capacidad

Un sistema inalámbrico se vuelve limitado en rango, cuando una estación base opera más allá del rango de una celda. Lo que sucede es que la potencia de la portadora, C , es demasiado baja y por lo tanto también lo será el CIR. Esto ocurre en los límites de las celdas y puede ser provocado por el apantallamiento del MS. Dado que el CIR es bajo, los errores en la transmisión comienzan a crecer, y la comunicación comienza a ser ruidosa, e incluso puede llegar a cortarse.

El segundo caso ocurre cuando C es suficiente, pero el nivel de interferencia, I , es muy alto. En esta situación el CIR vuelve a ser bajo, y si es menor que cierto límite, que depende de cada situación, la calidad de la comunicación disminuye bastante. Por lo tanto si la capacidad de una red está determinada por la interferencia, se dice que el sistema está limitado por interferencia, como por ejemplo los sistemas WCDMA.

2.2.2.4.8 Sensibilidad y Noise Figure

La sensibilidad corresponde a un parámetro de los equipos que funcionan como receptores en comunicaciones inalámbricas. Éste da cuenta de la potencia mínima a la cual debe llegar la señal para que el equipo la pueda utilizar. Al igual que la sensibilidad el parámetro Noise Figure es un dato que viene junto a las especificaciones del equipo, corresponde a la razón entre SNR (Signal to Noise Ratio) a la entrada del equipo y el SNR a la salida.

2.2.2.4.9 Sincronización entre UL y DL^[16]

Por razones técnicas es necesario que no se transmita en UL y DL al mismo tiempo, sin embargo el MS transmite 3 TS luego que la BTS, el tiempo entre enviar y recibir datos es usado por el MS para ejecutar mediciones de calidad de señal de las BTS vecinas.

Dependiendo de la distancia que se encuentre el MS y la BTS existirá un retardo llamado Timing Advance y hará que sea más de 3 TS de retardo

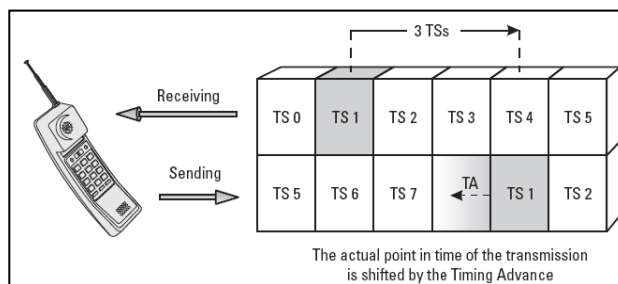


Figura 2.15: Sincronización entre UL y DL

2.2.2.5 Características relevantes de una red ^[16]

2.2.2.5.1 Capacidad

Se refiere a la cantidad de usuarios que se pueden atender simultáneamente, es un factor de elevada relevancia, pues del adecuado dimensionamiento de la capacidad del sistema, según demanda de servicio, depende la calidad del servicio que se preste al usuario.

Esta capacidad se puede incrementar mediante el uso de técnicas tales como de potencia, saltos de frecuencia, algoritmos de codificación, diversidad de antenas en la estación móvil, etc.

2.2.2.5.2 Flexibilidad y compatibilidad

Debido a la interacción con redes de diferente tipo que debe soportar una red con cubrimiento global (tales como Red Digital de Servicios Integrados, Redes Celulares Análogas, Red Telefónica Pública Conmutada, Redes de Datos, Redes Satelitales), ésta debe suministrar las interfaces adecuadas para la interoperabilidad, y poseer elevados niveles de gestión que permitan realizar cambios en su estructura inicial sin causar traumatismos en el funcionamiento.

2.2.2.5.3 Cobertura

La cobertura del sistema se refiere a las zonas geográficas en las que se va a prestar el servicio. La tecnología más apropiada es aquella que permita una máxima cobertura con un mínimo de estaciones base, manteniendo los

parámetros de calidad exigidos por las necesidades de los usuarios. La tendencia en cuanto a cobertura de la red es permitir al usuario acceso a los servicios en cualquier lugar, ya sea local, regional, nacional e incluso mundial.

El rango de la celda depende de la banda de frecuencia usada (450, 850, 900, 1800, 1900) MHz; mientras mayor sea la frecuencia menor es la cobertura.

2.2.2.5.4 Tráfico

Se refiere al número de suscriptores que utilizaran la red en un momento determinado, para lo cual es importante realizar un estudio del mismo para no saturar la red. El estudio de tráfico tratará la cantidad de llamadas tramitadas por una estación, indicándonos algunos factores consecuentes como congestión, grado de ocupación, etc.

El tráfico varía entre las diferentes horas del día. La estimación de tráfico deberá ser tan buena que satisfaga la carga de las horas pico. La BUSY HOUR es la hora donde se registro el mayor número de tráfico de voz en una celda, por lo general es típicamente el doble que el promedio del resto del día.

El tráfico telefónico podría ser definido como la ocupación de los equipos de transmisión y switch que comprenden la red durante el proceso de establecimiento de una conexión y mientras la llamada está en progreso.

La unidad de dimensionamiento internacional para tráfico telefónico es llamada ERLANG por el científico Danés A.K. Erlang (1878 – 1929), el cual define al ERLANG como la ocupación de un circuito en una hora.

$$1 \text{ ERLANG} = 1 \text{ CALL HOUR} / 1 \text{ HORA}$$

Cuando una estación absorbe más allá del tráfico normal se considera que la estación se ha bloqueado, para lo cual es conveniente tomar en cuenta algunos de estos pasos para eliminar el bloqueo:

- Incrementar antenas en un sector.
- Micro celdas.
- Si solo tiene 850, colocar 1900.
- Soluciones Indoor.
- Colocar HR en lugar de FR.
- Incremento de Tilt.
- Movimiento de Azimut.
- Incrementar sectores en una estación.
- Nuevo sitio.

2.2.2.6 Proceso Initial Tuning ^[22]

Se define como servicios de Initial Tuning (IT) a los trabajos que comprenden las pruebas de análisis, cambios físicos y lógicos necesarios para la puesta a punto de una estación celular GSM nueva en una red enfocado en la consecución de los objetivos de diseño de la misma sin afectar el entorno de red y garantizando la mejor calidad al cliente de la operadora.

El proceso global de Initial Tuning, contempla las siguientes tareas:

1. Verificación de la instalación del sistema radiante previa la puesta en operación del sitio.
2. Verificación de correcta del nuevo sitio de acuerdo a Ingeniería.
3. Pruebas iniciales.
4. Análisis estadístico y de datos de drive test para la generación de cambios físicos y lógicos.
5. Comprobación de efectividad de cambios ejecutados a través de drive test y análisis estadístico.

[22] http://www.google.com.ar/#hl=es&q=PERFORMANCE+DE+ESTACIONES+CELULARES%2B+CAP+1%2BPOLITECNICA&aq=&aqi=&aql=&oq=PERFORMANCE+DE+ESTACIONES+CELULARES%2B+CAP+1%2BPOLITECNICA&gs_rfai=&fp=7a07fc83fd087441

6. Elaboración y entrega de Documento de Verificación de Objetivos.

La finalidad del proceso de IT es asegurar el cumplimiento de los objetivos de diseño de cada una de las nuevas estaciones celulares y la buena calidad en los servicios de comunicaciones ofrecidos.

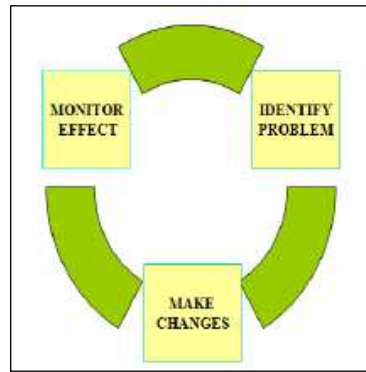


Figura 2.16: Proceso de ajuste de parámetros “Initial Tuning”

Dentro del proceso de “Initial Tuning”, es fundamental la elaboración de reportes para luego ser ejecutados y tener un seguimiento continuo de los cambios y razones por las cuales se modificaron ciertos parámetros en la red.



Figura 2.17: Elaboración de reportes de Initial Tuning

2.2.2.6.1 Tipos de estaciones celulares sometidas a Initial Tuning

Se catalogan las estaciones motivo de IT en tres tipos:

- Estaciones de Cobertura
- Estaciones de Capacidad
- Estaciones de Calidad

La categorización de estas estaciones se basa en sus objetivos de diseño y cada tipo tiene sus salvedades durante su proceso de IT. La verificación del cumplimiento de objetivos de las estaciones se realiza en base a los objetivos de diseño, pruebas de drive test y análisis estadísticos establecidos por la operadora.

Los objetivos de diseño de la estación se encuentran plasmados en el documento de definición de objetivos (RVS) que la operadora ha desarrollado para cada una de las estaciones involucradas en este proceso.

Los drive test y análisis estadísticos se verán reflejados a través de KPIs, el cumplimiento de KPIs se basa en valores que dependen del tipo de estación, diferenciándose entre estaciones urbanas, suburbanas y rurales. Esta diferenciación aplicará únicamente para estaciones de capacidad y calidad, entendiéndose a toda estación de cobertura de categorización rural.

2.2.2.6.2 Parámetros utilizados en el “Initial Tuning”

Dentro del estudio del proceso de “Initial Tuning” existen algunos parámetros que se deben considerar dentro de la red del repetidor. Estos nos ayudarán a comprender y analizar mejor, el estado de la red e identificar los posibles problemas que impiden el buen funcionamiento del repetidor. Para esto, se debe comenzar con el estudio de los parámetros más significativos obtenidos en el “drive test” como son:

- Nivel de señal recibido por el móvil “RXLEV SUB”
- Distancia entre la BTS y el móvil (Time Advance)
- Nivel de calidad de la señal “FER” (Frame Error Rate)

- Identificación de celdas CELL ID
- Llamadas caídas dentro del sistema
- Accesos a la red

2.2.2.7 Optimización ^[23]

Es el proceso de ajuste de parámetros, cambio de histéresis para handover, depuración de vecindades y balance de potencias de una celda. Las celdas pueden ser las que presenten mal desempeño en las estadísticas, las que hayan tenido cambios en sus antenas o aquellas que causen problemas a otras.

2.2.2.7.1 Aspectos a optimizar en las redes móviles

La optimización de cualquier red móvil es más sencilla y eficiente si se parte inicialmente de una red bien planificada. Un dimensionamiento inicial pobre repercutirá en tener dificultades para conseguir los objetivos tecnológicos y económicos a largo plazo. La optimización se sitúa dentro del proceso de desarrollo de la red, después de los procesos de planificación y construcción, y se ejecuta tan pronto entra en servicio una nueva estación base.

La optimización de la red celular se puede definir como el proceso iterativo de búsqueda del conjunto óptimo de las cuatro "c" que caracterizan una red: aumentar la capacidad, disminuir el costo, aumentar la cobertura y aumentar la calidad. Busca el mejor compromiso en cada momento entre los distintos factores, ya que no es posible optimizar simultáneamente todos y, según el momento en que se encuentre la red, será necesario optimizar en mayor medida unos u otros.

[23]http://www.google.com.ar/#hl=es&q=PERFORMANCE+DE+ESTACIONES+CELULARES%2B+CAP+1%2BPOLITECNICA&aq=&aqi=&aql=&oq=PERFORMANCE+DE+ESTACIONES+CELULARES%2B+CAP+1%2BPOLITECNICA&gs_rfai=&fp=7a07fc83fd087441

2.2.2.7.2 Criterios para la clasificación de las técnicas de optimización

Existen diferentes criterios para clasificar los procesos de optimización, de entre ellos dos de las más usuales son las que clasifican los procesos por:

- El grado de madurez de la red.
- La rapidez de respuesta de las acciones de optimización frente a los problemas de la red.

2.2.2.7.3 Técnicas de Optimización en las redes Celulares

Existen diversas técnicas que permiten optimizar la calidad y la capacidad de la red de acceso radio en los sistemas celulares, que pueden dividirse en distintos grupos, específicamente en GSM se tienen técnicas relacionadas con:

- La modificación de los parámetros de configuración de la red: potencia de transmisión, listas de vecinas, parámetros de control de los handovers, etc.
- La introducción de nuevas facilidades previstas en los estándares: salto de frecuencia, control de potencia y/o transmisión discontinua, canal de difusión o broadcast (BCCH) común en redes multibanda, etc.
- La introducción de nuevos elementos de red: amplificadores de torre, antenas inteligentes, sincronización de la red, etc.

Sin embargo, el equilibrio más eficaz entre los factores a optimizar varía de acuerdo al estado de evolución de la red. De esta manera, al principio del despliegue se valora con más peso la cobertura, en una etapa de consolidación posterior la capacidad adquiere mayor valor, y, finalmente, en el periodo de madurez de la red se exige la calidad en todos los aspectos de la comunicación.

La optimización debe adaptarse a esta circunstancia, y por ello existen tres áreas de acción, secuenciales en el tiempo: optimización de red, de celda y de

cliente. Por ello, de acuerdo al grado de madurez de la red y al área de acción, las acciones a ejecutar y los parámetros a medir son diferentes.

En la optimización de red se intenta adecuar el trinomio "cobertura-capacidad-calidad" mediante acciones con repercusión en zonas amplias; tales como: la definición de planes globales de frecuencias, la adecuación de parámetros radio generales o la adopción de facilidades básicas como el control de potencia o la transmisión discontinua. Para evaluar la efectividad de estas medidas se monitorea los parámetros globales de funcionamiento de la red.

Para el caso de la optimización celular el objetivo es la adecuación de la capacidad y calidad en aquellas celdas que más lo demandan. La primera tarea que implica este proceso es la identificación de aquellas celdas que requieren actuación particular. Por ello, para actuar eficazmente es necesario un conocimiento detallado del terreno y de la red alrededor de la estación. Los parámetros a observar son contadores específicos para la celda, y típicamente las acciones a realizar son la modificación de la inclinación de las antenas, de la lista de vecinas o la reingeniería de la estación base.

2.2.2.8 Desempeño o performance de la red

Después del despliegue de la red, deben realizarse chequeos regulares del performance. Estos chequeos comprenden la evaluación de los datos estadísticos, la atención a las quejas de los clientes, la atención de las boletas del organismo regulador y las medidas por medio de drive test para explorar eventos especiales.

Una evaluación cuidadosa de los datos medidos ayudara a optimizar el performance de la red por la modificación de los parámetros del sistema. Debido a que el número de suscriptores normalmente se incrementa en el transcurso del tiempo, el control y supervisión de estos parámetros debería llegar a ser un procedimiento de mantenimiento permanente.

En primer lugar se prioriza los sectores de las radio bases por desempeño, para ello se crea cada semana una lista de los sectores de las radio bases a nivel nacional, clasificados de acuerdo a los valores de sus Key Performance Indicators (KPIs) empezando por los peores. Entonces las acciones de optimización se realizaran con este orden de BTSs. Las estadísticas toman en cuenta los valores de la hora pico en un día y los promedios diarios.

Posteriormente en el análisis particular de cada radio base se chequean las estadísticas de sus KPIs, se revisa el plan de frecuencias, se verifica la base de datos de las BTSs y las alarmas correspondientes; de los resultados de este proceso podríamos concluir si existe algún inconveniente cuya solución amerite un cambio de parámetros o revisión del hardware, en cuyo caso se efectúa la correspondiente orden de trabajo (OT), Change Request (CR) o Action Request (AR) respectivamente. La base de datos de las BTSs contiene la información actual de cada uno de los parámetros de todas las BTSs existentes. De ser necesario se podría también en este punto usar algún software de predicción de cobertura.

2.2.2.8.1 KPIs

Son parámetros que se observan muy de cerca cuando se realiza el proceso de monitoreo de la red, principalmente este concepto es usado para canales de voz y datos. Pero el rendimiento de la red puede ser ampliamente caracterizado dentro de cobertura, capacidad y criterios de calidad

2.2.2.8.2 Herramientas de Predicción

Una herramienta de predicción es un software que nos ayudará a realizar predicciones basadas en varios criterios de diseño. En la cual se usa: modelos de propagación, Link Budget, elementos de un sistema radiante, mapas de vectores, mapas de Clutter, mapas de alturas, base de datos de estaciones.

Estas herramientas usan una base de datos de terreno, datos de clutter con uso de la tierra y vectores para representar vías. Existe una gran variedad de

software como PLANET, PLANET EV, NETACT, TORNADO, A9155, WIZARD, etc.

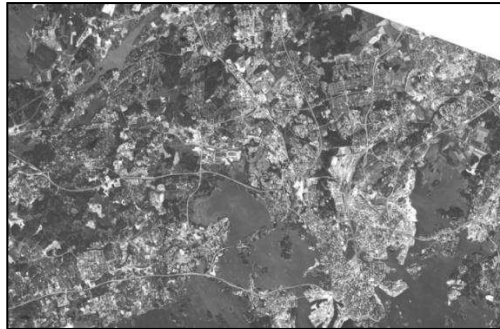


Figura 2.18: Mapa de Terreno

2.2.2.8.3 Drive Test (DT)

El Drive Test consiste en la supervisión de la cobertura y calidad ofrecida por los operadores de Telefonía Celular mediante el control de parámetros de la interfaz de radio en las rutas definidas.

El proceso de definición de las pruebas de campo se divide en tres 3 etapas:

- a) **Definición de rutas y metodología de medición.-** Las rutas de medición son acordadas entre ambas partes Regulador-Operador y se realizarán como mínimo en las áreas de servicio autorizadas. Las partes acordarán previamente las rutas a seguir en los drive test.
- b) **Carga de parámetros y verificación de los equipos.-** Los equipos y herramientas de medición serán configurados con los parámetros recomendados en el procedimiento acordado para la Ejecución de las pruebas de campo, de la misma forma, será necesario comprobar en mapas y vialmente las rutas definidas.
- c) **Mediciones en terreno y post-procesamiento.-** Las mediciones se realizarán de forma conjunta entre el Órgano Regulador y el Operador de Telefonía Celular. Con el propósito que la información recolectada a lo largo de toda la prueba sirva para los fines pertinentes la comprobación del estado de los archivos de los datos recolectados, se realizará

diariamente luego de cubrirse las rutas acordadas para el recorrido del día.

Para el post procesamiento se puede optar por algunas alternativas entre las más comunes existen dos alternativas, usar el software de post procesamiento del propietario de la herramienta de recolección de datos o usar Mapinfo. Este último ofrece grandes beneficios ya que es fácil de usar, fácil de encontrar, se puede usar con cualquier software de recolección, se puede añadir varias capas al mismo tiempo, etc.

2.2.2.8.4 Parámetros para la Optimización de una red Móvil ^[24]

Los parámetros más relevantes para el correcto funcionamiento de la red de acceso son: selección de celda, reelección, handover, reducción de interferencia, y jerarquía.

a) Selección de Celda

Es el acceso inicial de un MS en una celda.

b) Reelección

Un MS está en Idle Mode cuando ha seleccionado una celda servidora.

c) Reducción de interferencia

Se trata de adaptar las potencias tanto en el uplink como en el downlink para mejorar las condiciones de recepción. El control dinámico de potencia es aplicado separadamente a cada canal lógico. Así se logra reducción de la interferencia sentida por usuarios que utilizan el mismo canal, y también se reduce el consumo de energía, principalmente para el móvil.

d) Jerarquía de Celdas

Se establecen dos tipos de capas. En la capa superior se tiene a las macroceldas, estas tienen alta potencia de transmisión, ubicadas sobre el nivel de

[24] <http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/123456789/768/3/T10526CAP3.pdf>

los techos con una cobertura global. En la capa inferior se tiene a las micro-celdas, estas tienen baja potencia de transmisión, pueden estar ubicadas outdoor o indoor. Cubren a las zonas de alto tráfico y atienden a móviles de baja velocidad.

e) Handover

El criterio elegido para HO está basado en medidas de nivel de potencia de UL y DL, la distancia absoluta del MS al BS, criterio de power budget de hasta 32 vecinos. Cuando va a ocurrir un Intercell HO se solicita la asignación de un canal dedicado de una celda candidata. Si es un Intracell HO se solicita la asignación de un canal dentro de la misma celda.

Hay tres clases de criterio de HO:

- Criterio Normal: HO por power budget
- Criterio Imperativo: Todas las otras causas de HO para TCH.
- Criterio Forzado: HO forzado iniciado por la BSC.

2.3 Hipótesis

Con el proceso Initial Tuning con tecnología GSM, en la empresa Ultratel Telecomunicaciones se garantizara el correcto desempeño de una estación celular.

2.4 Variables.

2.4.1. Variable Independiente

Initial Tuning con tecnología GSM.

2.4.2. Variable Dependiente.

Desempeño de una estación celular.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Enfoque

El enfoque que se le dió a la presente investigación es de tipo cuali-cuantitativo, ya que las decisiones tomadas por los técnicos permitieron buscar soluciones efectivas desde el campo eminentemente técnico.

3.2. Modalidad básica de la investigación

3.2.1. Investigación de campo

La presente investigación se contextualizó en la modalidad de campo ya que se obtuvo la información necesaria para el diagnóstico y evaluación del funcionamiento de una estación celular y de acuerdo a los datos recolectados se hicieron las conclusiones que permitieron plantear soluciones con respecto al funcionamiento de una estación celular.

3.2.2. Investigación documental-bibliográfica

La investigación bibliográfica brindó un soporte documental, a través de material bibliográfico como: libros, páginas Web, entre otras, los cuales permitieron detectar, ampliar y profundizar diversos enfoques en esta investigación, a través de la recopilación de diversos autores con un previo análisis crítico, tratando de encontrar información viable que facilitó la comprensión del tema y ayudaron al levantamiento del marco teórico.

3.3. Nivel o tipo de Investigación

3.3.1. Exploratorio

El nivel de la investigación fué exploratorio, puesto que permitió sondear el problema de una estación celular y sus requerimientos para su correcto

desempeño, dentro de un contexto particular y de esta manera poder determinar los procesos para resolver y solucionar de manera adecuada el problema de investigación; se llegó al nivel explicativo cuando se propuso conclusiones a un trabajo verificado y estructurado.

3.3.2. Descriptivo

Se utilizó el nivel descriptivo ya que el problema fue detallado tal y como se presenta respondiendo a las preguntas: ¿Cuándo se inicio el problema?, ¿Cómo se inicio el problema?, ¿A quienes afecta?, de esta forma me permitió identificar de manera adecuada las variables de análisis, conocer las características, restablecer relaciones entre causa y efecto y la variable dependiente e independiente.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

El trabajo investigativo se realizó en la Compañía Ultratel Telecomunicaciones con el departamento técnico encargado del Área de Radio Frecuencia.

3.4.2. Muestra

Como la población es muy pequeña pasa a constituir la muestra.

3.5. Plan de Recolección de Información

La recolección de información se llevo a cabo mediante varias técnicas las cuales se indican a continuación:

- El primer tipo de recolección de información se realizó mediante la técnica de entrevista, las mismas que fueron diseñadas y aplicada al personal técnico de la empresa Ultratel Telecomunicaciones, donde las personas entrevistadas respondieron cada una de las preguntas realizadas, dando su criterio técnico de acuerdo a un tema específico.

Para la ejecución de la entrevista, fué de mucha ayuda el uso de un cuestionario estructurado con preguntas concretas que facilitaron la obtención de información técnica veraz, que fue de gran valor al momento de la toma de decisiones.

- La segunda técnica que se utilizó para la recolección de información es la técnica de drive test, la cual proporcionó información del estado del sector antes de la instalación de la estación celular.
- La tercera técnica de recolección de información es conocida como auditoria en la que se obtuvo información fotográfica del lugar y de la estación que se someterá a análisis, con el fin de recordar aspectos que se pueden ser olvidados o no percibidos.

Para concluir con la recopilación de información, es necesario acceder a la información del documento DDO y el RVS de la estación en análisis, estos documentos nos indicaran el diseño original y los objetivos que deberán cumplirse después del desarrollo del proceso Initial Tuning de la estación celular; esta información se la puede obtener en el servidor de la operadora celular.

3.6. Procesamiento y análisis de la información

Una vez aplicadas cada una de las técnicas indicadas anteriormente se procedió a procesar la información obtenida si el caso lo amerita.

En el caso de la entrevista se procedió con la tabulación de los datos utilizando el método estadístico, lo que permitió transfigurar datos numéricos en cuadros tabulados, los cuales se convierten en representaciones graficas de tipo circular con el fin de facilitar la interpretación de los resultados obtenidos.

Para el caso de los datos obtenidos mediante drive test, se procedió a procesar dicha información con el software MapInfo y representarlos mediante plots^[25], los cuales nos permite observar los niveles de señal existentes en la zona de interés y

[25] Representación gráfica mediante capas de los datos recolectados en un drive test.

sitios aledaños, esto puede ser representado mediante gráficos que indican las trayectorias que se recorrieron.

Mapinfo^[26] es un software que nos ayuda en todo el procesamiento de información del comportamiento de una red GSM y otras. Su manejo se basa en capas las cuales podrán ser visibles o etiquetadas de acuerdo a las necesidades que se presenten. Su principal objetivo es georeferenciar puntos, gráficos, mapas y objetivos.

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1 Situación Actual

Actualmente los usuarios de las operadoras de telefonía celular buscan obtener un mejor servicio, el cual se vea representado en la calidad de señal que estos reciben, pero en muchos de los casos los usuarios no se ven beneficiados con una buena calidad de señal teniendo entre sus problemas de comunicación llamadas caídas, llamadas perdidas o el impedimento de realizar llamadas cuando se encuentran en determinados sectores (bloqueo de llamadas).

Este es el caso de muchos usuarios de importantes locales comerciales e instituciones de la ciudad de Quevedo como: Centro Ferretero Fong, Office Mundo 21, Banco Guayaquil, y Municipio de la ciudad, que se encuentran ubicados en una zona céntrica y cuyos niveles de señal en sus instalaciones no satisfacen las necesidades de los dueños, trabajadores y clientes que acuden a los sitios mencionados, tienen que realizar llamadas fuera de las instalaciones, con el fin de que sus comunicaciones se efectúen adecuadamente.

Este proceso de trasladarse de sus puestos de trabajo hacia otro lugar involucra pérdidas e inconformidad por parte de los usuarios de los locales comerciales ubicados en dicho sector sin contar con aquellos como en el Banco de Guayaquil o Municipio de Quevedo donde los empleados permanecen incomunicados toda la jornada laboral debido a que no pueden desplazarse de sus puestos de trabajo.

Se conoce que en promedio una persona invierte diariamente aproximadamente 12 minutos sea llamando o recibiendo llamadas en su teléfono celular, si tomamos esta

referencia y además se considera el sueldo básico de un empleado para el presente análisis, se obtendrá que al empleador le cuesta un dólar con veinticinco centavos la hora que el trabajador invierte en realizar una llamada fuera de su sitio de trabajo o 6 dólares al mes. Con lo indicado anteriormente los locales e instituciones preferirán cambiarse de operadora para evitar pérdidas económicas, y con esto la pérdida de clientes para la operadora celular por poseer un servicio deficiente.

Otro problema es los niveles de señal presentes en la mayor parte del recorrido de la zona céntrica, puesto que estos son mayores a -82 decibeles, lo cual no garantiza una cobertura indoor; he ahí el problema de no establecer llamadas dentro de las instalaciones. En muy pocos casos los niveles de señal se encuentran por encima de los -89 decibeles siendo un indicador que las llamadas u otros servicios como correo no funcionan de manera óptima ocasionando malestar en los usuarios que se encuentra en dichos lugares.

Otro motivo para que la calidad de la señal celular sea deficiente es que las estaciones que actualmente se encuentran en operación están distantes de los sitios de interés, y que la señal que llega hasta esos lugares ya se encuentra muy atenuada debido a que al ser una zona céntrica donde se tiene edificios altos, estos no permite que lleguen buenos niveles de señal.

Al ser una zona de importancia comercial se requiere que las principales avenidas gocen de buenos niveles de señal lo cual actualmente no se refleja, puesto que los usuarios presentan caídas en sus llamadas cuando recorren dichas avenidas.

Por todas las razones antes mencionadas se ha instalado una nueva estación celular que deberá minimizar o eliminar los problemas antes expuestos, garantizando calidad y buen servicio a los clientes.

4.2 Interpretación de Datos

En el análisis de los datos obtenido los resultados, se encuentran detallados de tal manera que sea comprensible para el lector.

En el caso de la entrevista se presenta una relación numérico-matemática conveniente entre las respuestas de cada pregunta con las variables que se investigan. Para el criterio de interpretación de los resultados por parte del investigador, fue de gran ayuda las respuestas obtenidas de los entrevistados.

Para el caso de interpretación de los datos obtenidos mediante drive test se hizo uso del documento RVS, que indica los lugares de interés a ser mejorados y de una tabla proporcionada con los niveles de señal considerados adecuados en el funcionamiento de una estación celular.

Finalmente para la interpretación de la información fotográfica se emitirá criterios técnicos sobre como el entorno puede afectar a la nueva estación celular.

4.2.1 Cuestionario Aplicado

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

La presente entrevista fué realizada al personal técnico de la empresa Ultratel Comunicaciones, respecto a mejoramiento de estaciones celulares y proceso Initial Tuning; esta investigación se orienta exclusivamente a un trabajo practico-investigativo, con el fin de garantizar el correcto desempeño de una estación celular.

1. ¿Cree Ud que se puede medir la calidad del servicio en telefonía celular? En caso de contestar afirmativo menciones a través de que indicadores.

Si ()

No ()

.....
.....

2. ¿Cree que la optimización de las redes celulares ayuda a mejorar la calidad del servicio para el cliente y mejora el performance de la red?

Si ()

No ()

3. ¿Es importante la realización del Initial Tuning inmediatamente después de la instalación de una estación celular? ¿Por qué?

Si ()

No ()

.....
.....

4. ¿Quién determina como se debe desarrollar el proceso de Initial Tuning?

Cliente ()

Proveedor ()

Ente Regulador ()

5. ¿Conoce Ud. de las ventajas de realizar un drive test al momento de poner en funcionamiento una nueva estación? En caso de contestar afirmativo menciones cuales ventajas.

Si ()

No ()

.....
.....
.....

6. ¿De cuál o cuáles de los siguiente factores depende que la información obtenida en el drive test sea correcta? Menciones las razones.

Drive-tester ()

Funcionamiento de la estación ()

Herramienta de procesamiento ()

.....
.....
.....

7. ¿Cree que el cumplimiento de los objetivos de diseño en las estaciones ayuda a mejorar la calidad en el servicio y estos se pueden cumplir en un 100%?

Si ()

No ()

8. ¿Conoce cuales son los parámetros físicos que se pueden variar en una estación celular? Indique.

Si ()

No ()

.....
.....

9. ¿Conoce cuando es necesario hacer un cambio físico en una estación? Indique

Si()

No()

.....
.....

10. ¿Conoce cuales son los parámetros lógicos que se pueden variar en una estación celular? Indique.

.....
.....

4.2.2 Entrevista dirigida al área de radio frecuencia de la empresa Ultratel Telecomunicaciones.

4.2.2.1 Pregunta 1

¿Cree Ud que se puede medir la calidad del servicio en telefonía celular?

Alternativas	Porcentaje (%)
SI	100
NO	0
TOTAL	100

Tabla 4.1 Pregunta 01

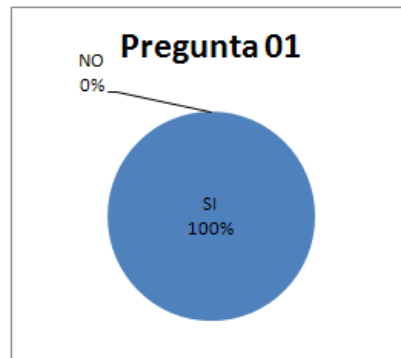


Figura 4.1 Pregunta 01

En función de los datos obtenidos y mostrados en la tabla 4.1 y figura 4.1 el 100% de los técnicos entrevistados afirmaron que es posible medir la calidad de señal que proporciona una estación celular. Esta medición se puede llevar a cabo mediante ciertos indicadores estadísticos acordados con el ente regulador como son las llamadas caídas, fallas de acceso, fallas de handover, llamadas bloqueadas.

Estos indicadores son medidos desde el mismo sistema celular llamados KPIs, que las operadoras celulares registran y monitorean, los cuáles son entregados a la Superintendencia de Telecomunicaciones para verificación de cumplimiento de umbrales aceptables. Además, para medir la calidad del servicio celular se pueden hacer mediciones de drive test, donde el procesamiento de los resultados indicará la calidad del servicio a lo largo de la ruta recorrida.

4.2.2.2 Pregunta 2

¿Cree que la optimización de las redes celulares ayuda a mejorar la calidad del servicio para el cliente y mejora el performance de la red?

Alternativas	Porcentaje (%)
SI	100
NO	0
TOTAL	100

Tabla 4.2 Pregunta 02

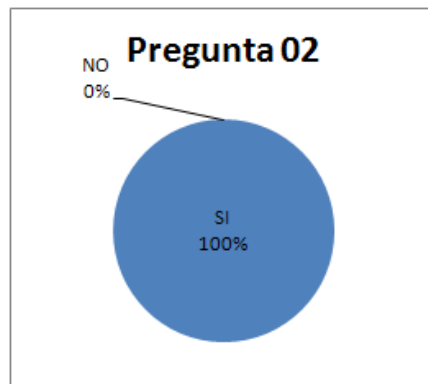


Figura 4.2 Pregunta 02

Mediante los datos obtenidos y mostrados en la tabla 4.2 y figura 4.2 el 100% de los técnicos entrevistados afirmaron que la optimización de las redes celulares ayuda a mejorar la calidad del servicio para el cliente y mejora el performance de la red, debido a que al hacer un ajuste en sus parámetros físicos o lógicos la red es mucho más productiva lo que hace que el cliente tenga un mejor servicio, existan menos quejas por parte de los clientes y la operadora de telefonía celular ahorre más recursos económicos y tecnológicos.

Además a nivel de red celular evita que exista interferencia entre estaciones celulares o en muchos de los casos da robustez o soporte a estaciones ya existentes como es el caso de las estaciones de calidad que ayudan a disminuir tráfico de estaciones saturadas de usuarios.

4.2.2.3 Pregunta 3

¿Es importante la realización del Initial Tuning inmediatamente después de la instalación de una estación celular?

Alternativas	Porcentaje (%)
SI	100
NO	0
TOTAL	100

Tabla 4.3 Pregunta 03

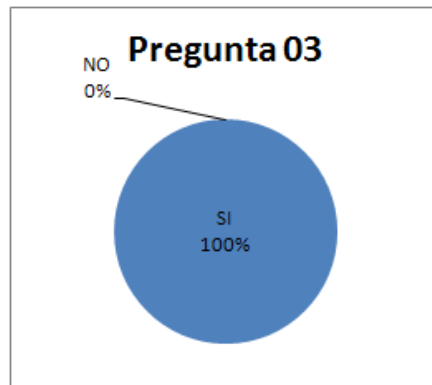


Figura 4.3 Pregunta 03

En base a los datos obtenidos y mostrados en la tabla 4.3 y figura 4.3 el 100% de los técnicos entrevistados afirmaron que es importante la realización del Initial Tuning inmediatamente después de la instalación de una estación celular, porque es en esta etapa donde se detectan y corrigen problemas graves que la nueva estación celular pueda presentar al momento que esta entra en servicio y además se realizan ajustes para que su desempeño se encuentre dentro de los umbrales aceptables de calidad.

De esta manera se asegura que la nueva estación tenga un impacto positivo en la red y no degrade la calidad del servicio.

4.2.2.4. Pregunta 4

¿Quién determina como se debe desarrollar el proceso de Initial Tuning?

Alternativas	Porcentaje (%)
CLIENTE	50
PROVEEDOR	50
ENTE REGULADOR	0
TOTAL	100

Tabla 4.4 Pregunta 04

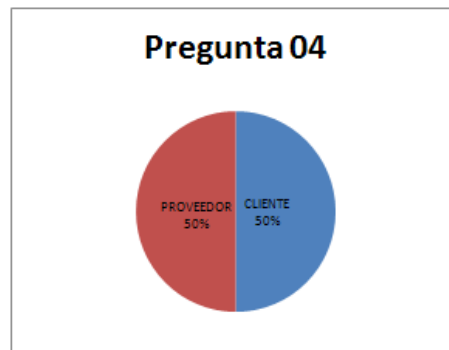


Figura 4.4 Pregunta 04

En base a los datos obtenidos y mostrados en la tabla 4.4 y figura 4.4 el 50% de los técnicos entrevistados indicaron que quien determina como se debe desarrollar el proceso de Initial Tuning es el cliente, debido a que es este quien indica que parámetros son los que se debe tomar en más en cuenta que otros.

En cambio el otro 50% de los técnicos entrevistados indicaron que quien determina como se debe desarrollar el proceso de Initial Tuning es el proveedor, debido a que es este quien oferta el servicio con los lineamientos que cree conveniente cumplir con el fin de ofrecer un servicio de calidad que satisfaga las necesidades del cliente.

4.2.2.5. Pregunta 5

¿Conoce Ud. de las ventajas de realizar un drive test al momento de poner en funcionamiento una nueva estación?

Alternativas	Porcentaje (%)
SI	100
NO	0
TOTAL	100

Tabla 4.5 Pregunta 05

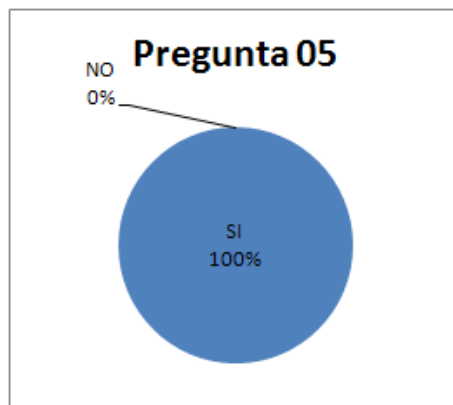


Figura 4.5 Pregunta 05

Mediante los datos obtenidos y mostrados en la tabla 4.5 y figura 4.5 el 100% de los técnicos entrevistados afirmaron que conocen las ventajas de realizar un drive test al momento de poner en funcionamiento una nueva estación, indicando que es imprescindible realizar un drive test al momento de ponerse en servicio una estación celular; debido a que es muy útil al momento de detectar cualquier problema de hardware o software que pueda presentarse, puesto que las estadísticas de la red no se las puede evaluar antes de 36 horas.

Además, los problemas de señal que se puedan tener por una deficiente orientación de antenas únicamente se pueden detectar y tomar acciones correctivas con los resultados del drive test.

4.2.2.6. Pregunta 6

De cual o cuales de los siguiente factores depende que la información obtenida en el drive test sea correcta

Alternativas	Porcentaje (%)
DRIVE TESTER	80
FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACION	0
HERRAMIENTA DE PROCESAMIENTO	20
TOTAL	100

Tabla 4.6 Pregunta 06

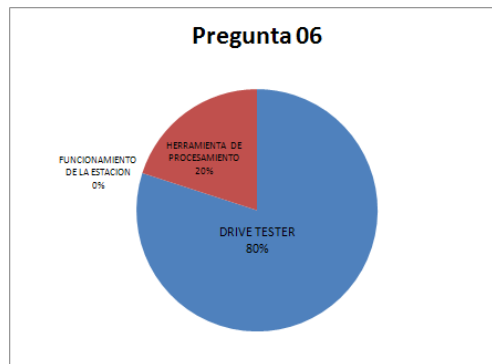


Figura 4.6 Pregunta 06

Mediante los datos obtenidos y mostrados en la tabla 4.6 y figura 4.6 el 80% de las respuestas indicaron que para que la información obtenida en el drive test sea correcta, la calidad de la información obtenida del drive test depende de si el drive tester realizó correctamente las mediciones y de cuanta experiencia tenga realizando las pruebas en campo.

En cambio el 20% de las respuestas indicaron que para que la información obtenida en el drive test sea correcta, depende de la herramienta de procesamiento y de que la manera en que se procesen los datos verificando que la información sea correcta, necesaria y suficiente para el análisis del funcionamiento de la estación.

4.2.2.7. Pregunta 7

¿Cree que el cumplimiento de los objetivos de diseño en las estaciones ayuda a mejorar la calidad en el servicio y estos se pueden cumplir en un 100%?

Alternativas	Porcentaje (%)
SI	100
NO	0
TOTAL	100

Tabla 4.2 Pregunta 07

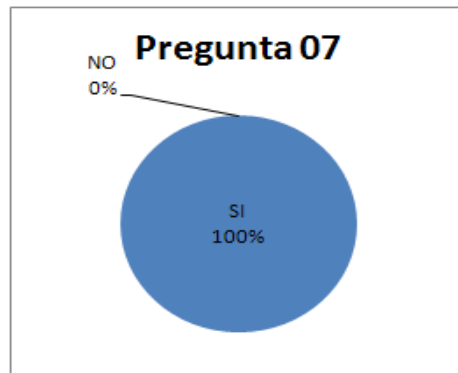


Figura 4.2 Pregunta 07

Mediante los datos obtenidos y mostrados en la tabla 4.7 y figura 4.7 el 100% de los técnicos entrevistados afirmaron que el cumplimiento de los objetivos de diseño en las estaciones ayuda a mejorar la calidad en el servicio y estos se pueden cumplir en un 100%.

El cumplimiento de los objetivos garantiza que las estaciones celulares funcionen de manera adecuada y garanticen niveles de señal adecuados, además el cumplimiento del 100% de dichos objetivos es un objetivo mandatorio y cuando este no se cumple en el nivel indicado se deben dar la justificaciones necesarias puesto que para ser un objetivo de diseño anteriormente se realizó un análisis técnico de RF.

4.2.2.8. Pregunta 8

¿Conoce cuáles son los parámetros físicos que se pueden variar en una estación celular?

Alternativas	Porcentaje (%)
SI	100
NO	0
TOTAL	100

Tabla 4.8 Pregunta 08

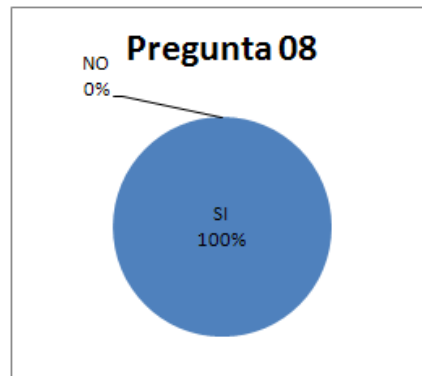


Figura 4.8 Pregunta 08

Mediante los datos obtenidos y mostrados en la tabla 4.8 y figura 4.8 el 100% de los técnicos entrevistados afirmaron que conocen cuáles son los parámetros físicos que se pueden variar en una estación celular, indicando que se pueden variar sistema antenas: Tipo de antena, orientación, inclinación (eléctrica o mecánica); potencia, numero de TRX, número de sectores

4.2.2.9. Pregunta 9

¿Conoce cuando es necesario hacer un cambio físico en una estación?

Alternativas	Porcentaje (%)
SI	100
NO	0
TOTAL	100

Tabla 4.9 Pregunta 09

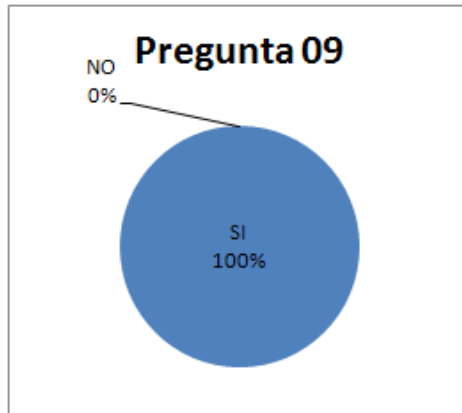


Figura 4.9 Pregunta 09

Mediante los datos obtenidos y mostrados en la tabla 4.9 y figura 4.9 el 100% de los técnicos entrevistados afirmaron que conocen cuando es necesario hacer un cambio físico en una estación, indicando que depende del objetivo de la estación. Si fuese una de cobertura, probablemente se ajustarán las características físicas del sistema de antenas para mejorar los niveles de señal en el objetivo. Si la estación es de calidad, el sistema antenas ayuda a controlar la propagación y mejorar las áreas de traslape de coberturas con las estaciones vecinas para garantizar los procesos de handover.

4.2.2.10. Pregunta 10

¿Conoce cuales son los parámetros lógicos que se pueden variar en una estación celular?

Alternativas	Porcentaje (%)
SI	50
NO	50
TOTAL	100

Tabla 4.10 Pregunta 10



Figura 4.10 Pregunta 10

Mediante los datos obtenidos y mostrados en la tabla 4.10 y figura 4.10 el 50% de los técnicos entrevistados afirmaron que conocen cuales son los parámetros lógicos que se pueden variar en una estación celular, indicando que, existen más de 183 parámetros lógicos que se pueden variar en una estación celular GSM dentro del proceso de Initial Tuning.

Entre ellos existen muchos parámetros lógicos que controlan el desempeño de las estaciones, tales como control de selección, reelección, acceso, paging, handover, congestión, bloqueo, potencia, servicios, etc. Para controlar los umbrales de los KPIs de datos se pueden ajustar, timers, ampliar número de timeslots, control de potencia, cantidad de retransmisiones y cambiar el Coding Scheme inicial por uno más robusto. Y para voz se puede modificar parámetros de acceso, handover, reelección, power control, full rate, half rate, AMR y timers. En cambio el 50% restante indico que no conocía los parámetros lógicos que se pueden variar en una estación celular.

4.2.3 Interpretación de datos obtenidos en el drive test.

Este recorrido de drive test permite conocer la ubicación de los sitios de interés donde se requiere mejorar la señal estos son: Municipio de Quevedo, Office Mundo 21, Banco de Guayaquil, Centro Ferretero Fong. Además parámetros como RxLevSub, Frame Error Rate y Clutter del terreno que servirán para el análisis en la propuesta.

El “Drive Test” consiste en la supervisión de la cobertura y calidad ofrecida por los operadores de Telefonía Celular mediante el control de parámetros de la interfaz de radio en las rutas definidas. Es un recorrido en un vehículo con un equipo de recolección de datos el cual almacena un gran cantidad de información para luego ser procesada por un software denominado de post procesamiento el mismo que votará reportes o plots para que puedan ser interpretados y así emitir criterios para solucionar o mejorar el nivel de rendimiento de una red GSM.

4.2.4. Interpretación de información fotográfica.

Proporciona una vista panorámica del sitio donde va a ser implementada la nueva estación lo cual permite considerar posibles obstrucciones, presencia de otras operadoras celulares, estaciones vecinas y sitios de interés.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En la actualidad, las operadoras de telefonía celular en el Ecuador ofrecen cada vez nuevos servicios lo que ha aumentado enormemente el número de usuarios, por lo cual la optimización del performance de las estaciones celulares cobra mayor importancia y se refleja en la calidad de señal recibida por parte del usuario.
- El proceso Initial Tuning es necesario realizar inmediatamente después de la instalación de una estación celular, puesto que permite detectar problemas o corregir errores graves que se pueden presentar al momento de entrar en servicio, además asegura que la nueva estación tenga un impacto positivo en la red y no degrade el servicio.
- La calidad de servicio de una estación celular, se puede medir mediante ciertos indicadores estadísticos como son: llamadas caídas, fallas de acceso, fallas de handover y llamadas bloqueadas, los cuales son medidos desde el mismo sistemas celular KPIs(Key Performance Indicators), los cuales son entregados a la Superintendencia de Telecomunicaciones para su respectivo control
- Los inconvenientes detectados a través del análisis de los KPIs o mediante drive test se pueden solucionar principalmente con un cambio de los parámetros de configuración de las radio bases o con algún cambio físico en la misma.

- Las causas más comunes que provocan el incorrecto desempeño de una estación celular son por: configuración de parámetros, interferencias internas o externas, falta de capacidad, mala cobertura, degradación de la calidad o por problemas de hardware.

5.2. Recomendaciones

- Para garantizar una cobertura de calidad a clientes que presentaron quejas con el servicio como Municipio de Quevedo, Office Mundo 21, Ferretería Fong y Banco de Guayaquil se recomienda brindar cobertura indoor en el interior de sus instalaciones.
- Se recomienda que en el programa TEMS utilizado en el drive test se verifique: todas las frecuencias de 850 y 1900 con las que trabaja la operadora, codificación de BSIC en el scanner, tiempos, números que se utilizan para llamada larga y corta y las direcciones de correo que se utilizan para las descargas de datos, con la finalidad que la información que se recoja se pueda decodificar y representar en los plots de manera correcta.
- Al momento de la integración de la estación celular se recomienda: realizar una llamada por cada sector para verificar si existe bloqueo en las llamadas, verificar cada uno de los sectores de la estación con los respectivos BCCH asignados, de esta manera se evitara cruce de sectores y congestión en la red.
- Para el análisis de los KPIs se debe obtener estadísticas del comportamiento de la estación desde el día de la integración y mínimo una semana posterior a dicha integración.
- Al momento que se realice el drive test en el sitio, se debe identificar, por medio del programa (en este caso el TEMS), los eventos importantes que se vayan presentando en el recorrido, como: llamadas caídas y niveles señal bajos, de manera que se pueda determinar cuáles podrían ser las causas que estén afectando el nivel de señal en el lugar.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1. Tema de la propuesta

“Initial Tuning con tecnología GSM, en la empresa Ultratel Telecomunicaciones para garantizar el correcto desempeño de una estación celular.”

6.2. Datos Informativos

- Estudiante: Lucía Rosario Pazmiño Gallegos
- Tutor: Ing. Julio Cuji M.Sc.
- Decano: Ing. Oswaldo Paredes Ochoa M.Sc.
- Tutora de la empresa: Ingeniera Ángela Mora

6.3. Antecedentes

El hombre a lo largo de la historia ha tenido la necesidad de comunicarse de forma eficaz, por tanto, ha desarrollado diversos sistemas de comunicación cuyo objetivo es mantenerlo informado a pesar de las distancias, en el menor tiempo posible.

Con este antecedente la operadora que tiene a cargo el funcionamiento de la estación instalada en la ciudad de Quevedo busca ofrecer servicios eficientes, de manera que sus clientes encuentren calidad, tiempos de respuesta inmediatos y por sobre todo bajos costos, con el fin de satisfacer las necesidades de los usuarios del sector o los que transitan por este.

Realizada la investigación en el centro de la ciudad de Quevedo se pudo observar y analizar el sistema de comunicación en dicho sector y los problemas que poseen los usuarios, además se analizó el perfil de ubicación de la estación, cuáles podrían ser

los posibles causantes de interferencias y la ubicación de las instituciones y locales comerciales que presentaron más quejas a la operadora.

Estas quejas fueron realizadas por instituciones de gran interés en la ciudad de Quevedo manifestando su inconformidad con el servicio brindado y por sobre todo las pérdidas que ocasiona la deficiencia del servicio.



Figura 6.1: Centro de Quevedo (Calle Bolívar)

Con la instalación de esta nueva estación la empresa Ultratel Telecomunicaciones tiene a su cargo el desarrollo del Initial Tuning de la mencionada estación, con el fin de cumplir los objetivos de diseño y los mínimos parámetros de calidad de manera que se garantice el correcto desempeño de la estación sin que esta afecte al performance de toda la red.

Ultratel Telecomunicaciones es una empresa con una experiencia de 10 años, incrementando cuantitativamente y cualitativamente su estructura y su portafolio de servicios, siendo actualmente capaz de cubrir todo el ciclo de actividades de un proyecto de telecomunicaciones, buscando entender y satisfacer las necesidades de sus clientes. Por lo tanto se cuenta con todas las herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso de Initial Tuning de manera adecuada y en el momento requerido.

6.4. Justificación

Debido a los problemas de comunicación que presenta el sector de Quevedo Centro y las quejas recibidas por importantes instituciones y locales comerciales, es necesaria la instalación de una nueva estación celular, la cual satisfaga las necesidades de los usuarios y al mismo tiempo permita que la operadora ofrezca un servicio de calidad que garantice la permanencia de sus clientes.

Con la implementación de dicha estación, es de gran importancia la realización de alguna técnica que permita corregir o controlar problemas que se presenten con la puesta en servicio, evitando que se degrade el desempeño de toda la red. El Initial Tuning es el proceso que permite realizar ajustes lógicos o físicos en los parámetros de una estación, además cumple en un 100% los objetivos de diseño garantizando de esta manera el correcto desempeño de la estación celular.

Además el Initial Tuning permite controlar y determinar en campo los cambios necesarios que se deben realizar, teniendo un contacto directo con las necesidades de los usuarios, puesto que utiliza técnicas y herramientas que proporcionan una información veraz de la señal propagada por la nueva estación celular y las estaciones vecinas.

6.5. Objetivos

6.5.1. Objetivo General

Desarrollar el proceso Initial Tuning con tecnología GSM, en la empresa Ultratel Telecomunicaciones para garantizar el correcto desempeño de una estación celular.

6.5.2. Objetivos Específicos

- Recolectar información del comportamiento de una estación celular en operación a través del proceso Initial Tuning.
- Garantizar el cumplimiento de los objetivos de diseño, los mínimos parámetros de calidad y el buen desempeño de una estación celular.

- Cumplir correctamente el proceso de IT, y crear un documento que resuma el comportamiento de la estación.

6.6. Análisis de factibilidad

Esta propuesta es factible y tiene la aceptación de los representantes de la empresa Ultratel Telecomunicaciones S.A., puesto que se requiere realizar el proceso Initial Tuning inmediatamente después que la nueva estación en la ciudad de Quevedo entre en operación.

6.7. Metodología

6.7.1. Análisis actual de la señal brindada por la operadora

Para conocer cuál es el estado de la señal de la operadora de telefonía celular en el centro de la ciudad de Quevedo es importante realizar un drive test inicial, cuyos resultados muestran los niveles de señal en los diferentes sitios de análisis en especial en los puntos de interés como son los locales comerciales e instituciones del sector.

En este recorrido fue importante analizar algunos parámetros que se presentan posteriormente con el fin de conocer los problemas que presentaron en el centro de la ciudad y los sitios que toman mayor importancia al momento de mejorar el desempeño de la red con el fin de cumplir las necesidades de los clientes.

6.7.1.1. Parámetros de análisis

a) RxLevSub

Un parámetro muy importante en la red, es la calidad de señal recibido por el móvil Rxlev Sub, el cual nos indica el nivel de señal que se refleja al repetidor. Estos niveles se encuentran con referencia a la siguiente tabla donde se categoriza niveles de señal indoor y outdoor.

	$0 \text{ dBm} > X > -65\text{dBm}$	Urbano Denso (Indoor)
	$-65\text{dBm} > X > -69\text{dBm}$	Urbano Semi-denso(Indoor)
	$-69\text{dBm} > X > -78\text{dBm}$	Urbano (Indoor)
	$-78\text{dBm} > X > -86\text{dBm}$	Carretera (Outdoor)
	$-86\text{dBm} > X > -95\text{dBm}$	Rural(Outdoor)
	$-95\text{dBm} > X > -120\text{dBm}$	No existe señal

Tabla 6.1 Rangos de Cobertura

Los niveles de señal obtenidos en llamada larga en el sector Quevedo Centro pueden ser observados en la siguiente figura 6.2.

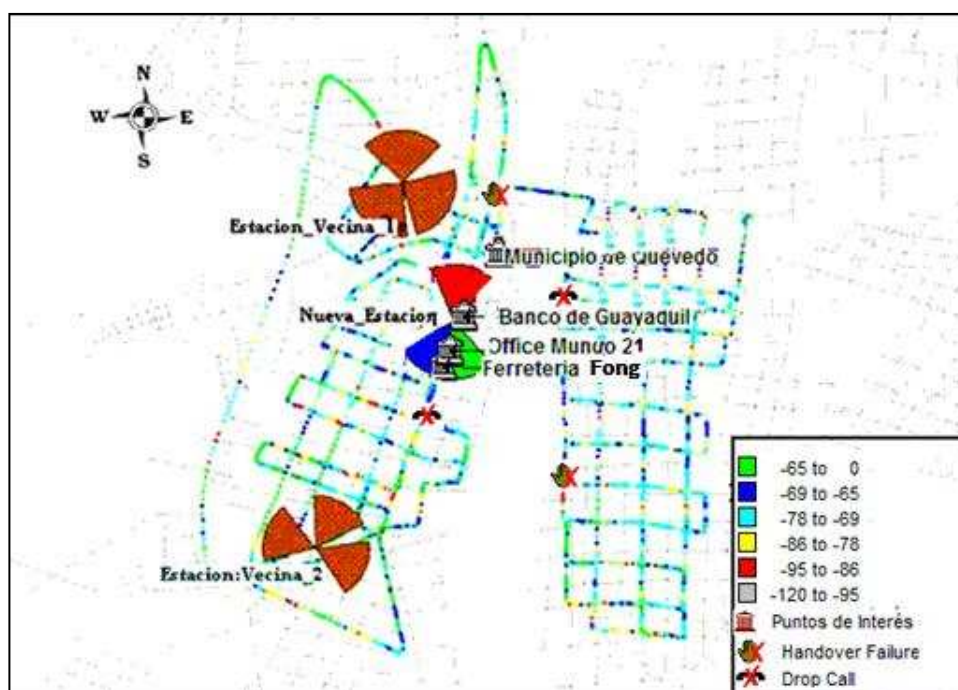


Figura 6.2: Ruta de Drive Test y niveles de señal obtenidos en llamada larga

En el recorrido de drive test se puede observar que existen ciertos sectores donde la señal no es buena, especialmente en la zona que se encuentra entre la estación vecinal 1 y estación vecinal 2, debido a que al ser una zona céntrica tiene edificios altos los cuales no permiten que lleguen niveles indoor en un sector urbano; además se registró que en el recorrido se produjo dos Handover Failure y dos llamadas caídas.

Los handovers provocados por la falta de adyacencias entre las estaciones. Y las llamadas caídas debido a la presencia de bajos niveles de señal.

b) Frame Error Rate

El “FER” es el nivel de calidad de señal que percibe o refleja el usuario. Los niveles de Fer obtenidos en llamada larga en el sector Quevedo Centro se observan en la figura 6. 3.

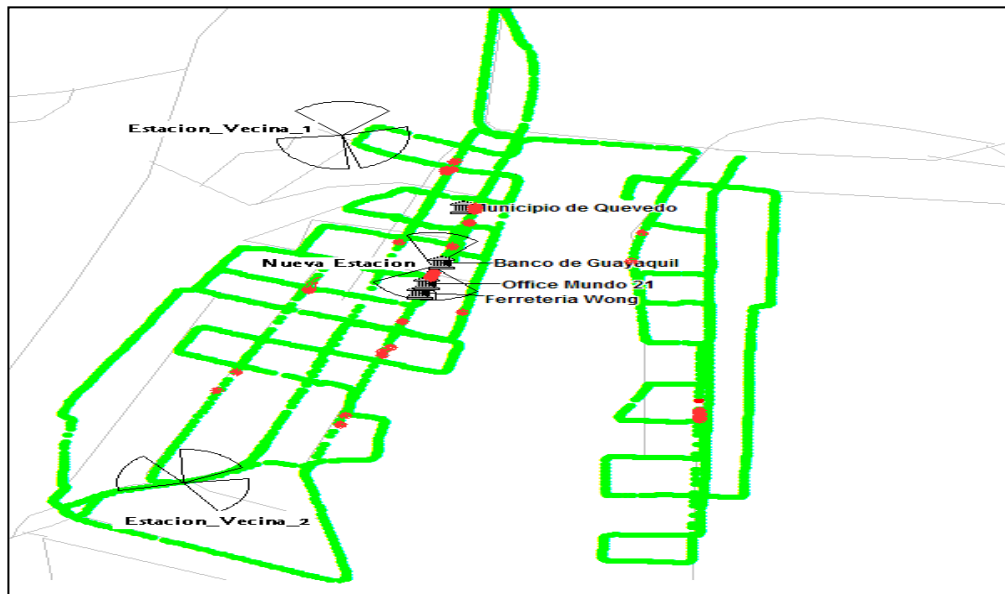


Figura 6.3: Ruta de Drive Test y niveles de Fer obtenidos en llamada larga

En este gráfico se puede notar que hay varios puntos donde el nivel de Fer no es el adecuado, debido a que la señal que llega a estos lugares es mala, especialmente se puede notar que los puntos de malos niveles de Fer está muy cerca de los puntos de interés donde los clientes se han quejado de mala calidad de servicio. Los niveles malos son los que se observan de color rojo los cuales sobrepasan el nivel máximo de aceptación que es 6, mientras que en el resto de recorrido posee una calidad de señal muy buena de 1 a 4.

6.7.2. Análisis del terreno

a) Clutter y Alturas del área.

Clutter es una representación gráfica del terreno que permite analizar el espacio donde se va a instalar la nueva estación celular y donde la señal se va a propagar.

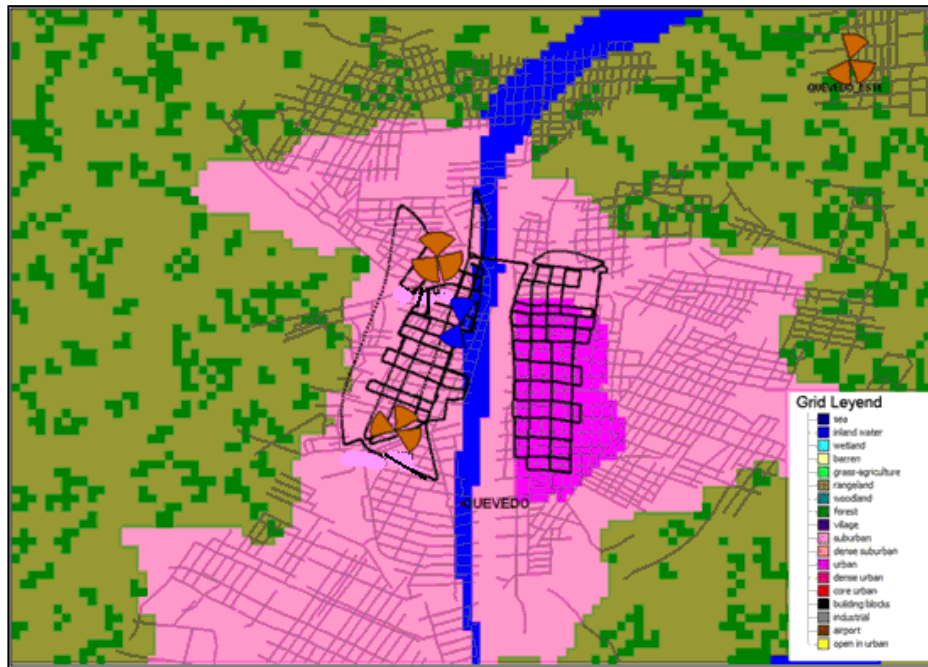


Figura 6.4: Mapa del terreno y alturas en el drive test

En el gráfico se puede notar que la mayor parte del terreno es de tipo sub-urbano pero el sitio de interés para esta estación celular es urbano, lo cual es de gran importancia al momento del cumplimiento de los parámetros de calidad de la red. La parte de azul nos indica la existencia de un río que atraviesa la ciudad de Quevedo.

b) Sitios de Interés



Figura 6.5: Vista hacia Banco de Guayaquil (en calle Bolívar)



Figura 6.6: Vista hacia Office Mundo 21 y Ferretería Fong (en calle Bolívar)



Figura 6.7: Vista hacia el Municipio de Quevedo

Sitios de Interés	Longitud	Latitud
Banco de Guayaquil	-79.4662	-1.02519
Ferretería Fong	-79.4665	-1.02599
Office Mundo 21	-79.4664	-1.02575
Municipio de Quevedo	-79.4659	-1.02372

Tabla 6.2: Ubicación de los puntos de interés

c) Vista panorámica



Figura 6.8: Vista frontal del sector



Figura 6.9: Vista Posterior del sector

Estas fotografías nos indican que la nueva estación fué ubicada en uno de los edificios del centro de la ciudad de Quevedo, además las fotos panorámicas de vista frontal y posterior muestran que alrededor al sitio donde se ubicó la estación tenemos edificaciones que no podrán causar mayor interferencia, se muestra también que existen varias estaciones vecinas de otras operadoras.

6.7.3. Descripción del sitio contratado para la nueva estación celular



Figura 6.10: Ubicación de la nueva estación celular

Dirección: Centro Comercial Shopping Quevedo, calles Bolívar y Séptima.

Cantón: Quevedo

Provincia: Los Ríos

Latitud (WGS84): 01° 01' 31.0" S

Longitud (WGS84): 79° 27' 58.8" W

Altura sobre el nivel del mar: 62 metros.

Características del Sitio

- La estación se encuentra en la vía.
- El tendido eléctrico se encuentra en la vía.
- La dimensión del terreno contratada es 54 m².
- El tipo de suelo es de concreto.

El **Anexo 1** muestra un croquis de acceso al sitio de instalación, los sitios de interés y la fotografía de la estación instalada; y el **Anexo 2** el espacio contratado para cada uno de los sectores y los equipos.

6.7.4. Proceso Initial Tuning

6.7.4.1. Integración de la estación

La integración de la estación es una fecha tentativa dada por la operadora de telefonía celular para que una estación celular entre en operación, la cual puede tener una variación de 4 días antes o después de la fecha indicada. Esta variación se da debido a problemas que se puedan generar al momento de poner en funcionamiento la estación ya sea por parte de transmisión o por parte de instalación.

Este es el primer paso en el proceso Initial Tuning, en el cual se realizan varias pruebas para determinar el funcionamiento de la estación y realizar las posibles correcciones.

6.7.4.2. Verificación del sistema radiante

El objetivo es validar que la estación celular sea implementada acorde a la ingeniería desarrollada y plasmada en la información técnica y en los objetivos del documento RVS.

En esta visita se puede comprobar la correcta implementación del sistema radiante, en el caso de ser necesario, se puede corregir la configuración de la estación antes de que esta sea integrada acorde a la información técnica. En caso de encontrar discrepancias entre la información de ingeniería y la implementada en la estación, se debe informar a la operadora de telefonía para que tome las medidas necesarias con los contratistas asignados a la construcción de la estación.

La validación de la configuración del sistema radiante comprenderá la verificación de:

- Azimuts.
- Tilt Eléctrico para 850 y 1900 MHz.
- Tilt Mecánico.
- Tipo de antena instalada.
- Altura de instalación de la antena.
- Instalación de reflectores para controlar los lóbulos posteriores y laterales (en los casos que aplique).
- Número de TRXs instalados
- Tipo de combinador instalado.
- Coordenadas en WGS84 y UTM. En caso que las antenas estén instaladas en lugares distantes (Mayor a 10 m) se deberá tomar coordenadas por antena.

Además se debe indicar a la operadora cualquier novedad en la instalación que pueda comprometer el normal desempeño de la estación; por ejemplo obstrucciones frente a la antena, conectores o cables defectuosos, etc.

6.7.4.2.1. Antena

Una antena es un conductor pasivo llevando señal de RF en varias direcciones, el cual causa el flujo de corriente que irradia campos electromagnéticos y estos a su vez causan corriente en la antena receptora. Para interceptar una cantidad de energía significativa la antena receptora debe ser orientada paralela a la antena transmisora.

a) Polarización

La polarización es la orientación de la antena, para interceptar una cantidad de energía significativa la antena receptora debe ser orientada paralela a la antena transmisora.

En medios Urbanos la polarización no es crítica. Los usuarios de MS manejan las antenas en varios ángulos, por esto el uso de polarización X o cross.

b) Ganancia

Las antenas al ser pasivas no generan potencia o efecto de amplificación, sin embargo las antenas presentan una característica llamada ganancia expresada en dB como una relación de potencia, aplica tanto a RX como TX, por tanto la ganancia expresa el menor gasto de radiación en una dirección dada y es relativa y no absoluta. Las antenas direccionales tienen mayor ganancia que las no direccionales.

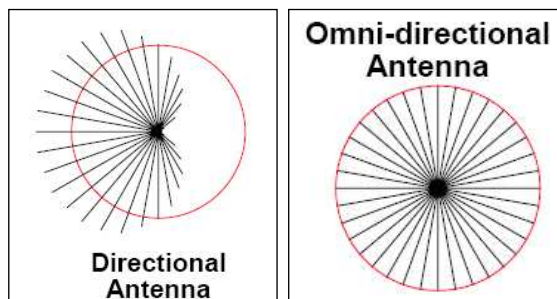


Figura 6.11: Tipos de radiación

c) Patrones de Radiación

Una antena direccional es expresada como varios patrones:

- ✓ Patrón en el plano horizontal, grafica la radiación en función de una dirección (azimuth) N, S, E o W.
- ✓ Patrón de radiación vertical, grafica la radiación como una función de la elevación (tilt) arriba, abajo, horizontal.

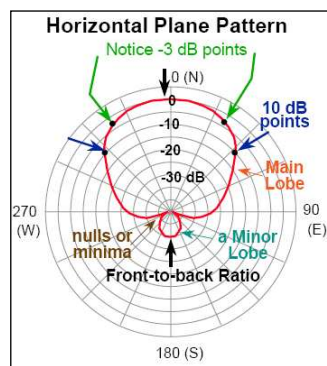


Figura 6.12: Patrón de Radiación

d) Ancho del Lóbulo

Se puede definir el ancho de haz a -3 dB, que es el intervalo angular en que la densidad de potencia radiada es igual a la mitad de la potencia máxima. El ancho del lóbulo es inversamente proporcional a la distancia, por lo que ayudara a definir el tipo de equipo a utilizarse, tomando en cuenta la cobertura que se quiere alcanzar.

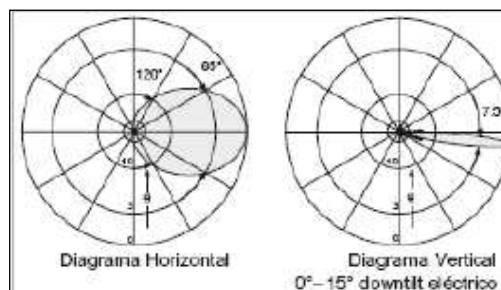


Figura 6.13: Ancho del lóbulo de una antena

e) **Til o ángulo de elevación de las antenas**

- ✓ Tilt Mecánico.- Las características de radiación sufren un ensanchamiento horizontal, tomando la forma de un globo de agua.

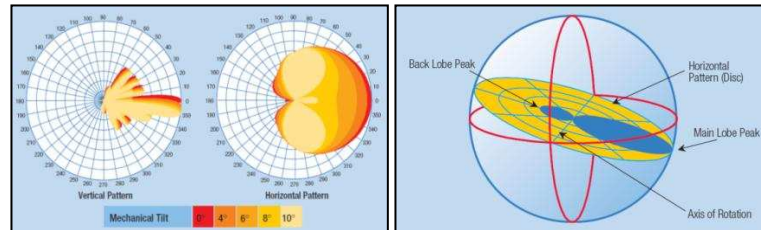


Figura 6.14: Tilt Mecánico

- ✓ Tilt Eléctrico.-Las características de radiación se reducen, es decir parecería que sufre una atenuación en todo el lóbulo principal.

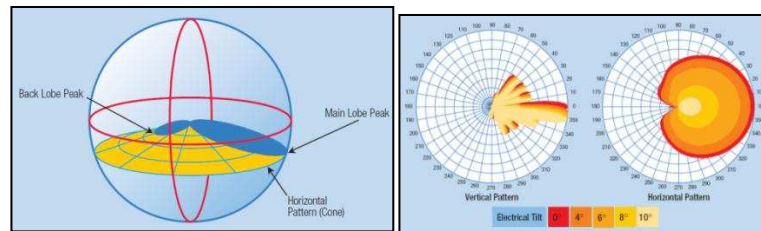


Figura 6.15: Tilt Eléctrico

f) **Azimut^[15]**

El valor del azimut indica el grado de orientación que debemos orientar la antena Yagi y el grado de cobertura en el plano horizontal. Este ángulo se mide desde el norte geográfico en sentido de las manecillas del reloj.



Figura 6.16: Azimut/ Vista cenital

g) Número de sectores

Es la cantidad de antenas sectoriales, que se utilizaran para poder brindar servicio celular a la zona de interés.

6.7.4.2.2. BTS

Es uno de los más importantes elementos de la red que contiene todos los equipos de TX y RX de RF incluyendo un sistema irradiante, soporta un interface aire con el MS y se conecta a la BSC por el interface Abis, ejecuta las tareas de TX y RX de RF, diversidad de antenas, mediciones de canales de radio y pruebas de RF.

a) Transceiver RF: Se refiere al TRX, consiste de un transmisor, receptor y un receptor de diversidad. La función principal es dar el procesamiento digital y analógico de señales requerido para manejar una portadora en uplink y downlink, gestiona un par de frecuencias portadoras (una vía ascendente, una vía descendiente). Se puede multiplexar hasta 8 comunicaciones simultáneas sobre un TRX gracias a la técnica de acceso múltiple TDMA. En teoría, la capacidad máxima de una BTS es de 16 TRX. Así, puede gestionar hasta 128 comunicaciones simultáneas. Pero este límite no es alcanzado nunca en la práctica.

En las zonas rurales, el rol de la BTS es de asegurar cobertura. Esta generalmente limitada a 1 solo TRX o 2 si el operador prevé un TRX de socorro. En las zonas urbanas, la BTS tiene que asegurar una cobertura pero igualmente fluir un tráfico consecuente. Puede pues ser equipada de 2 a 9 TRX.

Con el fin de cursar más de tráfico, las operadoras prefieren aumentar el número de BTS antes que de aumentar el número de TRX por BTS. Así, las interferencias entre canales que utilizan las mismas frecuencias se han limitado.

6.7.4.3. Sistema radiante de la Nueva Estación

En el presente proyecto el día de la integración, se realizaron las pruebas requeridas y la recolección de información necesaria durante el proceso de Initial Tuning, se acudió al sitio y se verificó que el sistema radiante consta de 3 sectores, los cuales se encontraba instalados como se indica en la información técnica (**Anexo 3**).

Además se hizo un análisis de ingeniería para determinar si el azimut, el til eléctrico y el til mecánico en cada uno de los sectores es el correcto y permite el cumplimiento de los objetivos del documento RVS o si es necesario realizar una modificación.

Objetivos de cobertura del documento RVS

- 1.- Garantizar cobertura indoor en el Centro Ferretero Fong
- 2.- Garantizar cobertura indoor en Office Mundo 21.
- 3.- Garantizar cobertura indoor en el Banco Guayaquil
- 4.- Garantizar Cobertura indoor en el Municipio de Quevedo.

6.7.4.3.1. Sector 1

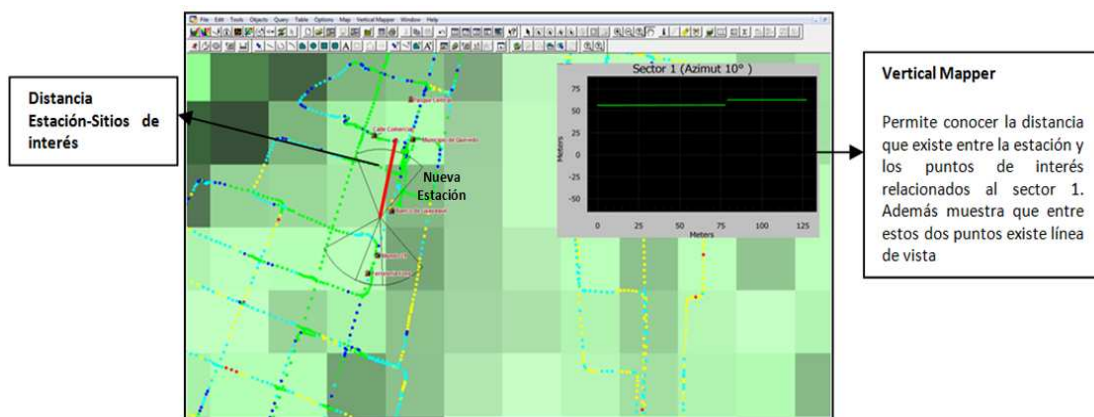


Figura 6.17: Vertical Mapper Sector 1

Para este análisis fué importante conocer el ángulo necesario para que se propague de manera óptima, a través del uso de funciones trigonométricas.

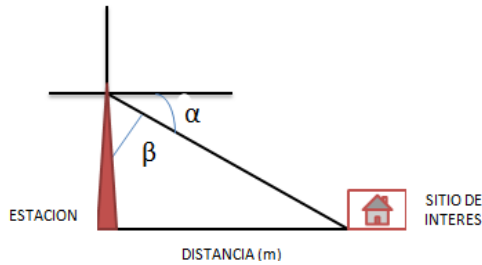


Figura 6.18: Análisis de Ingeniería mediante uso de funciones trigonométricas

Altura de la estación más antena: $62+18=80$ m

Altura del sitio de interés: 72 m

Distancia estación-sitio de Interés: 116m

$$\beta = \tan^{-1} \frac{116}{(80-72)} = 86.05$$

$$\alpha = 90 - \beta = 3.95^\circ$$

Con el presente análisis se determinó que es necesario tener un ángulo de 4° grados para que la señal se propague de manera adecuada en la zona centro y en especial en los sitios de interés que comprenden el sector 1, es importante indicar que en sectores urbanos se debe considerar colocar mas til eléctrico que mecánico, puesto que con la aplicación de este se evita causar interferencia a las estaciones vecinas. Tomando en consideración lo antes mencionado y revisando que las estaciones vecinas no se encuentran muy próximas se puede colocar un til eléctrico de 2° y un til mecánico de 2° . Con respecto al azimut es el correcto, puesto que este sector apunta a los sitios de interés lo cual garantiza cobertura en la zona centro.

Revisando el análisis de ingeniería es notorio que los valores de los tiles indicados en la información técnica no permiten el cumplimiento de los objetivos de diseño, por lo que se realizó el primer cambio físico en el sector 1, con la finalidad de cumplir el mejoramiento del desempeño de la red y con esto el cumplimiento de cobertura indoor en el Municipio de Quevedo y Banco de Guayaquil.



Figura 6.19: Til Eléctrico 5° (Antes)



Figura 6.20: Til Eléctrico 2°(Después)



Figura 6.21: Til Mecánico 2°

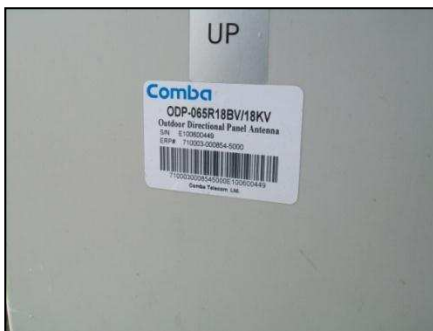


Figura 6.22: Tipo de antena



Figura 6.23: Azimut 10°

6.7.4.3.2. Sector 2

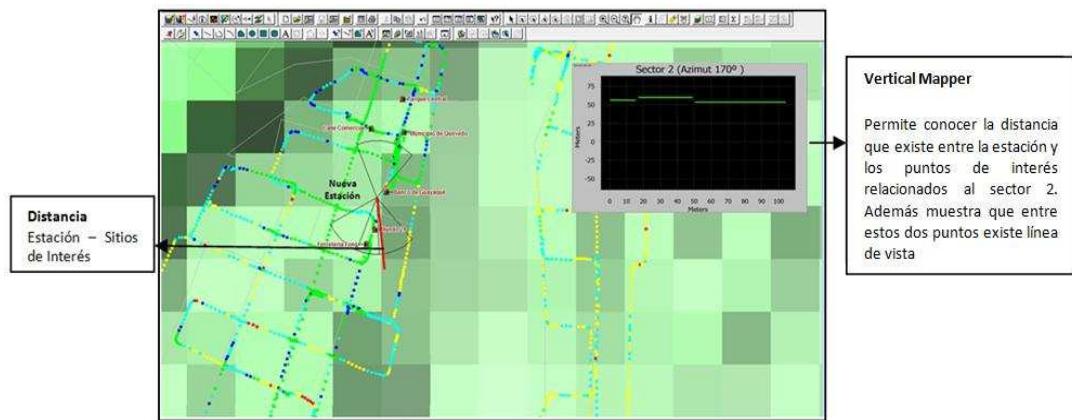


Figura 6.24: Vertical Mapper Sector 2

En este análisis es importante conocer el ángulo de propagación.

Altura de la estación más antena: 55+14=69 m

Altura del sitio de interés: 61m

Distancia estación-sitio de Interés: 118m

$$\beta = \tan^{-1} \frac{118}{(69-61)} = 86.12$$

$$\alpha = 90 - \beta = 3.87^\circ$$

El análisis determina que es necesario tener un ángulo de 4° grados para que la señal se propague de manera adecuada en la zona centro y en especial en el sitio de interés del sector 2 como es Office Mundo 21. Con respecto al azimut es el correcto, puesto que este sector apunta al sitio de interés lo cual garantiza una mejor cobertura en la zona centro.

Revisando la hoja técnica se aprecia que el valor indicado si cumple con el análisis de ingeniería realizado, por lo tanto se mantiene el valor establecido

6.7.4.3.3. Sector 3

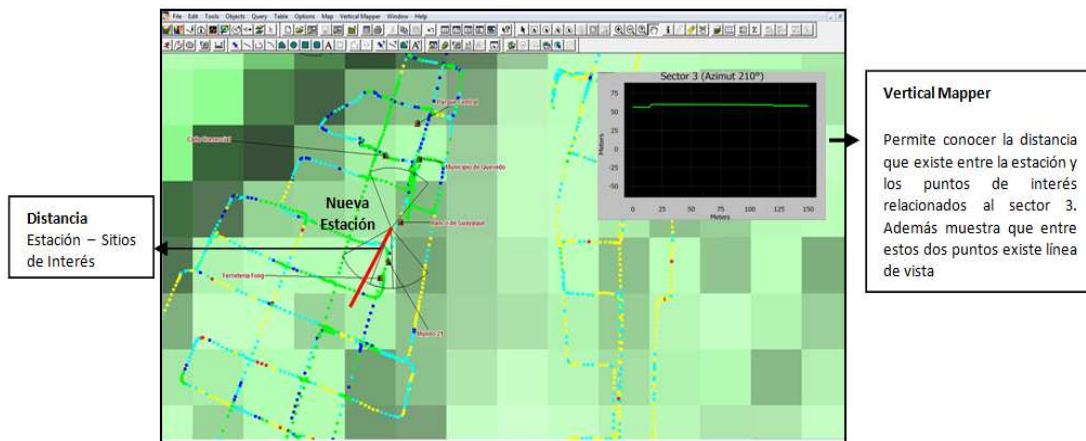


Figura 6.29: Vertical Mapper Sector 3

En el análisis es importante conocer el ángulo de propagación, Figura 6.15.

Altura de la estación más antena: 55+14=69 m

Altura del sitio de interés: 59m

Distancia estación-sitio de Interés: 150m

$$\beta = \tan^{-1} \frac{150}{(69-59)} = 86.18$$

$$\alpha = 90 - \beta = 3.81^\circ$$

Se determina que es necesario tener un ángulo de 4° grados para que la señal se propague de manera adecuada en la zona centro y en especial en el sitio de interés del sector 3 como es Ferretería Fong. Con respecto al azimut es el correcto, puesto que este sector apunta al sitio de interés lo cual garantiza una mejor cobertura en la zona centro. Revisando la hoja técnica se aprecia que el valor indicado si cumple con el análisis de ingeniería realizado, por lo tanto se mantiene el valor establecido en la hoja técnica.



Figura 6.30: Til Eléctrico 2°

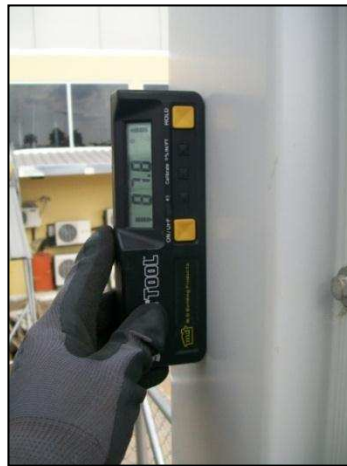


Figura 6.31: Til Mecánico 2°

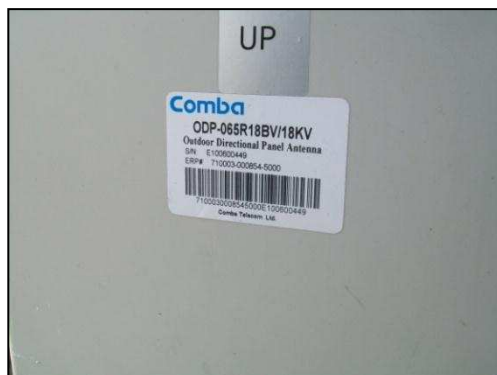


Figura 6.32: Tipo de antena



Figura 6.33: Azimut 170°

Continuando con la validación del sistema radiante es importante verificar las coordenadas del sitio, así como la BTS con los respectivos TRX y tipo de combinador usado.



Latitud (WGS84): 01° 01' 31.5" S
Longitud (WGS84): 79° 27' 58.6" W
Altura sobre el nivel del mar: 62 m.

Figura 6.34: Coordenadas de ubicación de la estación.



Figura 6.35: BTS y TRXs del Sistema Radiante



Figura 6.36: BTS y tipo de combinador

Como se aprecia en la fotografías cada sector está formado por cuatro TRX los cuales están conectados a un combinador de tipo MFDUAMCO 4:2.



Figura 6.38: Pruebas dentro de la estación celular sector2

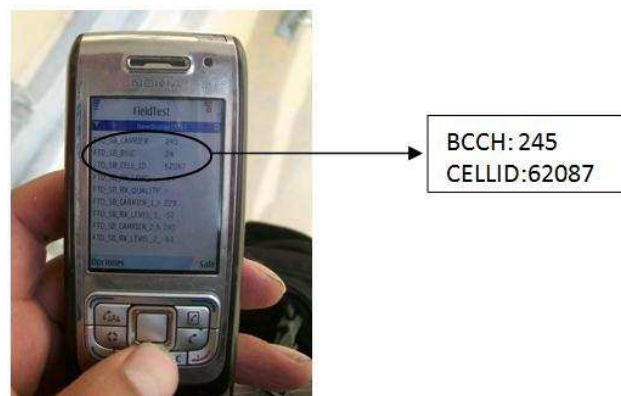


Figura 6.39: Pruebas dentro de la estación celular sector3.

6.7.4.5. Drive test

Una vez que se ha descartado un posible efecto negativo de la estación en el ambiente de red de la estación celular, los datos obtenidos en las primeras pruebas servirán para el afinamiento de la BTS y obtener los objetivos de diseño de la estación especificados en el RVS y cumpliendo los KPIs establecido para cada tipo de estación.

Los recorridos de Drive Test se los realizarán en la zona de influencia directa e indirecta de la estación; es decir en donde se tenga presencia de la misma en base a los plots de propagación (**Anexo 10**) y en donde se pueda validar condiciones de handover con las celdas vecinas. Esta ruta permitirá el análisis de si se requiere eliminar o incluir vecindades. Los recorridos deberán ser lo suficientemente detallados como para tener una idea clara acerca del servicio y desempeño de la nueva estación.

Para determinar la zona de influencia de la estación, es decir donde se realizarán los recorridos de prueba, en el caso de estaciones urbanas, el proveedor a través de estadísticas en hora pico de un día laborable determinará por Time Advance distribution la distancia hasta donde se encuentra el 70% del tráfico o llegar hasta el primer anillo de la red es decir cubrir todas las estaciones vecinas de dicha estación.

Para estaciones rurales, los recorridos de Drive test se deben realizar por toda la zona de influencia de la estación validando uno por uno los objetivos de diseño de cobertura. Se deberán contemplar carreteras importantes y vías carrozables de segundo orden. Se levantará toda la información de las poblaciones, recintos, sitios turísticos y lugares importantes en las cuales la estación ha contribuido con servicio indicando por cada sitio si el tipo de servicio es para ambientes interiores u exteriores. Adicionalmente se debe incluir los kilómetros de carretera que cubre la estación y de ser el caso si existe continuidad en la vía y se produce handover con otra BTS.

En el caso de carretera, para determinar el final del recorrido de la estación, este se deberá prolongar hasta 2 Kms después de que se cayó la llamada sin que se haya podido reestablecer. Las llamadas que se caigan por deficiencia de cobertura, deberán ser sustentadas y excluidas de los KPIs de drive test; sin embargo se las incluirá en los plots de Drop Call. El objetivo de esta prueba es determinar la cobertura exacta de la estación, pues muchas veces se producen sombras en la vía en donde no se cuenta con servicio, sin embargo este se restablece metros delante en la vía y se extiende por algunos kilómetros más.

Para el desarrollo de las pruebas de Drive Test, se contó con todos los equipos necesarios. Esto incluye, equipo de drive test, scanners, teléfonos de ingeniería, sim cards activas, vehículos, laptop, etc, los que se describen a continuación.

- ▶ Laptop: este equipo requiere ser muy rápido en su procesamiento de datos, tener una gran capacidad de disco y una memoria RAM alta para poder cargar mapas y plots sin problemas, puertos USB, batería en buen estado, de preferencia sin Windows vista.

- ▶ Scanner: como su nombre lo indica es un scanner que realiza el barrido de una banda de frecuencia determinada de una cierta tecnología en un tiempo dado, puede ser por ejemplo GSM 850 1900, CDMA 800, además para GSM puede ser digital (decodificación de BSIC para cada BCCH) o analógico (solo medición de BCCH).
- ▶ GPS: se encargará de recolectar las coordenadas de todos los puntos del DT.
- ▶ Móviles: estos pueden ser de varias tecnologías y marcas las mismas que serán soportadas por el equipo de DT e instalados un software de ingeniería y drivers propietarios del equipo e DT, este será el encargado de recolectar toda la información de una llamada, un proceso de datos o un proceso de modo idle entre la BTS y el móvil.
- ▶ Cables: no deben estar muy estirados ni completamente doblados pueden ocasionar ruptura o pérdida de comunicación momentánea entre los equipos.
- ▶ Antenas Externas: por lo general de ganancia cero, si poseen ganancia hay que disminuir esta en el software de recolección de datos, suelen conectarse al scanner y móviles.
- ▶ Hub USB: por lo general se considera un hub cuando los puertos USB de la Laptop no son suficientes para todos los equipos conectados.



Figura 6.40: Equipo de Drive Test

6.7.4.5.1. Proceso de Drive test.

Para poder iniciar el drive test los equipos se conectaron y configuraron de la siguiente manera:

Se conectó la antena al scanner, tanto el scanner como los celulares se conectaron a la laptop. Se enciende todo y luego se inicia el programa. Se deben configurar los puertos donde están conectados el scanner y los tems (teléfonos). En el software TEMS Investigation, el scanner es el MS4, el equipo que realiza llamadas largas es MS1, el que realiza llamadas cortas es MS2, el que realiza datos es MS3 y el equipo GPS es MS5.

Una vez conectado el equipo de DT se inició la recolección de los datos, para lo cual se consideró:

- 1.- Evitar pasar muchas veces sobre la misma calle.
- 2.- Colocar en pausa la recolección cuando ya se ha pasado por una ruta determinada.

Como se trataba del centro de la ciudad de Quevedo primero se escogió las avenidas largas en un sentido, luego en otro sentido para posteriormente ir tejiendo las zonas que se han creado con estas avenidas.

Los archivos que se gravaron (archivos.log) no fueron mayores a los 8 Mbytes con el objetivo que si los datos se pierden por desconexión o falla del equipo la repetición de la ruta sea menor.

Las pantallas y parámetros que se consideraron en el DT, fueron revisados secuencialmente durante el DT para verificar que todo marchó correctamente, principalmente la pantalla que mostró el detalle del RXLEV y la pantalla de datos que mostró la codificación de BSIC.

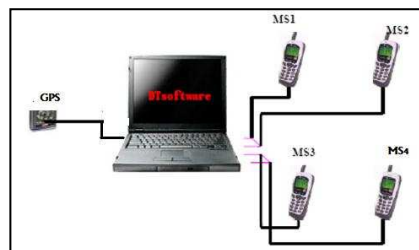


Figura 6.41: Conexión de Equipo de Drive Test

6.7.4.5.2. Procesamiento de datos de Drive test

6.7.4.5.2.1. Software para procesamiento y recolección de información

a) TEMS INVESTIGATOR ^[26]

Es la herramienta líder para la solución de problemas, la verificación, optimización y mantenimiento de redes inalámbricas. Ofrece la recopilación de datos, análisis en tiempo real y post-procesamiento de todo en uno. TEMS es una solución completa para todas las tareas diarias de la optimización de un operador de la red. Esta completa solución elimina la necesidad de múltiples herramientas, reduciendo costes y ahorrando tiempo y esfuerzo para el personal de operaciones.

TEMS soporta todas las tecnologías principales, por lo que es la solución ideal tanto para el despliegue de nuevas redes y para garantizar una perfecta pueden lograr una mejor calidad de voz, la mejora, y una mejor prestación del servicio. Una amplia gama de prestaciones potentes y fáciles de usar hace de TEMS Investigación esencial a lo largo del ciclo de vida de la red.

TEMS ofrece un verdadero apoyo de varios proveedores, así como la multi-tecnología de infraestructura. Es compatible con los teléfonos de todos los principales proveedores a través de múltiples tecnologías.

El uso de TEMS está orientado a:

- Sintonización y optimización de redes.
- Realizar el seguimiento a fallos y solución de problemas.
- Verificar el comportamiento de la terminal telefónico basado en cierto con mediciones.
- Verifique la cobertura celular, capacidad, accesibilidad, etc.
- Solucionar problemas de la red.
- Realizar interior, peatonal, y en campo abierto.

[26]<http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&u=http://archive.ericsson.net/service/internet/picov/get%3FDocNo%3D28701FAP9010495&ei=t76KTOWZKYP6lwf68jicw&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=8&ved=0CD8Q7gEwBw&prev=/search%3Fq%3Dtems%2Bdrive%2Btest%26hl>

- Post-proceso de los archivos de registro múltiples.

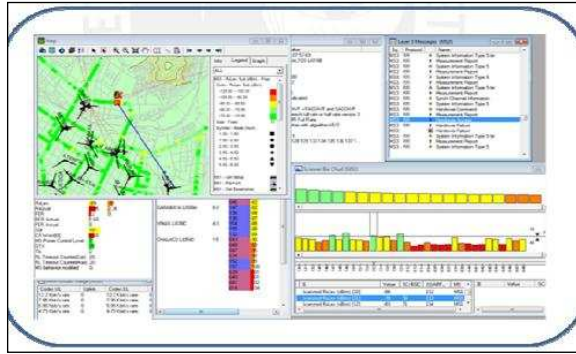


Figura 6.42: Imagen de la pantalla TEMS

h) MAPINFO^[27]

Mapinfo es un software que nos ayuda en todo el procesamiento de información del comportamiento de una red GSM y otras. Los archivos que maneja Mapinfo son: Excel, Texto, Map, MIF, TAB, Autocad, BMP, JPG. Lo único que se requiere para graficarlos es que se tengan coordenadas para poder geo-referenciarlos, o en su caso obtener puntos de referencia para poder ubicarlos en el plano.

Las tablas pueden contener cualquier información con la cual se pueden realizar mapas temáticos los cuales representaran una condición específica en rangos, selecciones, etc.

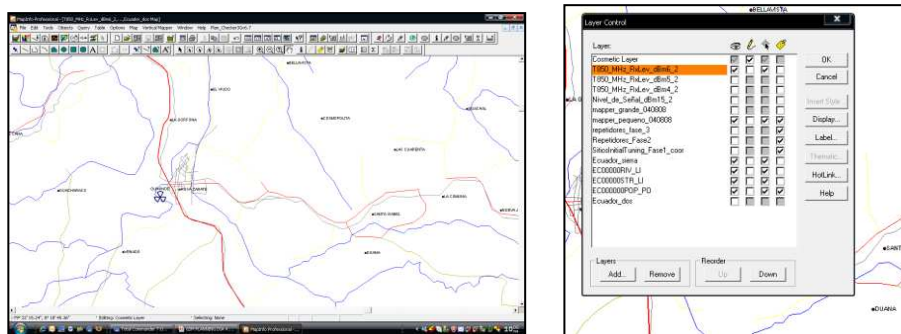


Figura 6.43: Ventanas del Vertical Mapper

[27]<http://extranet.mapinfo.com/support/documentation/manuals.cfm>

Para el procesamiento de esta información es necesario el uso de las herramientas antes mencionadas, para lo cual se importó los datos a Mapinfo, se creó un mapa temático de los datos a analizar y se aplicó una escala coherente para cada caso acorde a lo establecido, para presentar las pruebas gráficamente (plots). Además fue importante contar con un mapa global de todas las estaciones por sectores, conocido como CellSite.

6.7.4.5.3. Pruebas de Drive Test

6.7.4.5.3.1. Llamada Continua

Se estableció una llamada continua que se mantuvo durante todo el recorrido de drive test. Esta llamada estuvo enfocada en el análisis de:

Handover

El proceso de Handover ocurre cuando el MS está ejecutando una llamada en un trayecto que posee varias estaciones, la BSC es quien decide si se realiza o no el handover; en cambio en modo IDLE este mismo proceso se denomina de selección o reelección.

- Existen los siguientes tipos de handover:
- Intra BTS dentro del mismo TRX y otro TS o distinto TRX.
- Intra BSC, cambia la BTS pero no la BSC.
- Intra MSC, el MS cambia de BTS, BSC pero no de MSC.
- Inter MSC, cambia de BTS, BSC y MSC.
- Inter system, cambia de sistema es decir de UMTS a GSM.

Las causas por las que se pueden producir un handover pueden ser:

- Calidad (FER y RXQUAL).
- RXLEV.

- Mejor celda.
- Tipo de banda de 850 a 1900.
- Tráfico.
- Distancia.
- Velocidad del móvil.
- Caída rápida del señal.

La relación para un Handover se denomina ADYACENCIA, la cual relaciona las dos BTS que deben realizar el HO. Las fallas de HO pueden ser consideradas según el ambiente: Rural, Carreteras, Ciudad.

Drop Call

La estación móvil “MS” puede decodificar el mensaje del canal dedicado lentamente asociado “SACCH” (Slow Alone Dedicated Control Channel) correctamente hasta el máximo del tiempo muerto de enlace de radio “RLT” (Radio Link Timeout), pero cuando el nivel de calidad de señal “FER” no es bueno y la estación móvil “MS” no puede decodificar el mensaje del canal dedicado lentamente asociado “SACCH”, el “RLT” comienza a decrecer hasta llegar a cero.

En este momento una causa de llamada caída “Drop Call” ocurre. Algunas de las razones para que se provoque una llamada caída “drop call”, puede ser por: interferencias, mala cobertura, que no exista relación entre celdas vecinas o fallas de handover.

En el análisis de esta estación no se detectaron fallas de handover o drop call durante el recorrido de drive test en llamada larga por lo que se descarta problemas al ejecutar una llamada larga.

a) RX Level Sub

Un parámetro muy importante en la red, es la calidad de señal recibida por el móvil “RXLEV SUB”, el cual nos indica el nivel de señal que se refleja al repetidor. Un bajo nivel de señal “RXLEV SUB” en la red, es causante de provocar llamadas caídas en el sistema y por lo tanto inducirá a una menor calidad del nivel de señal.

El Repetidor debe proporcionar una potencia de transmisión sobre los -94 dbm, para garantizar un nivel de señal indoor, y para garantizar señal outdoor, la potencia de transmisión debe estar sobre los -80 dbm, ya que en la penetración se pierde alrededor de -15 dBm.

En la figura 6.44 se muestra el recorrido de drive test para la estación instalada la cual al compararla con el drive test inicial, el mejoramiento en la señal es evidente. Aproximadamente se recolectaron 49924 muestras de las cuales 31778 son muy buenas pudiendo concluir que más del 63% del recorrido posee cobertura celular de calidad.

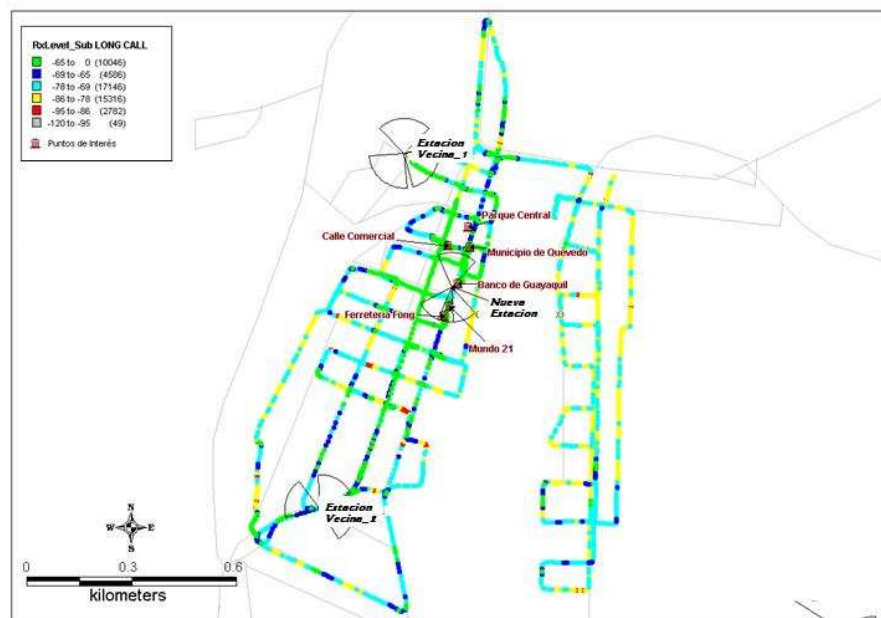


Figura 6.44: Análisis de drive test - RX Level Sub

b) Server Cell Identity

El “CELL ID” es la identificación de las celdas servidoras asignadas a los sectores de una estación base. Cada celda se encuentra representada por un color, ayudándonos así, a verificar que celdas son las asignadas.

La figura 6.45 muestra que los sectores están conectados correctamente por lo que no se observa cruce de sectores puesto que los colores con los que se identifican los sectores mantienen la orientación asignada en el recorrido.

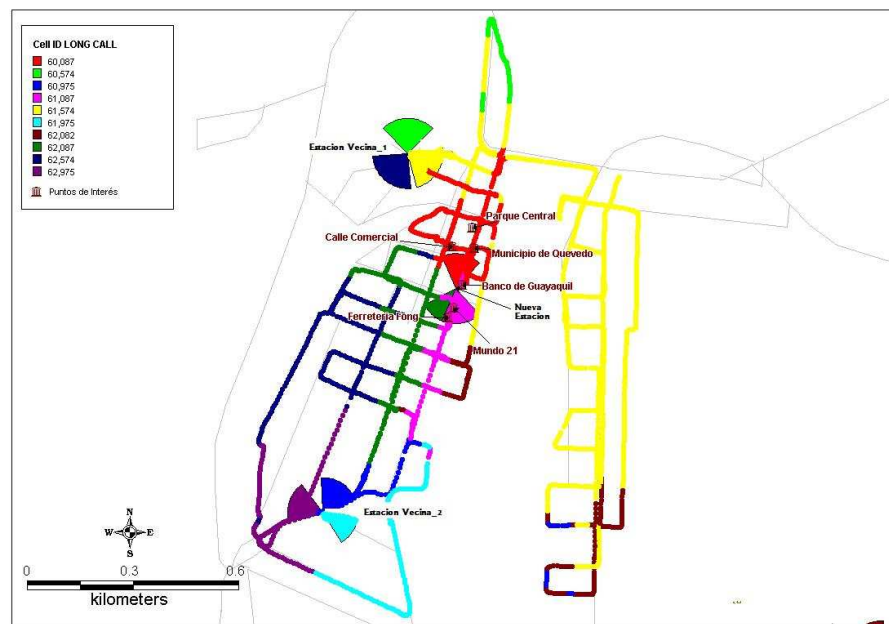


Figura 6.45: Pruebas Análisis de drive test - Cell ID

c) Frame Error Rate

El “FER” es el nivel de calidad de señal que percibe o refleja el usuario. Este indicador se lo mide en porcentaje. Los valores con los cuales se trabaja para el estudio del nivel de calidad de la señal son los siguientes:

RANGO	CALIDAD DE SENAL
0 – 4 %	Muy Buena
4 – 6 %	Buena
6 – 10%	Mala
10 – 100 %	No Sirve

Tabla 6.4: Rangos del parámetro Frame Error Rate

Estos valores ayudan a identificar el recorrido de “drive test” cuáles son los sectores en donde tiene mejor calidad de cobertura y cuáles no, y así identificar los posibles problemas causantes de bajos niveles de calidad de la señal. Comúnmente los problemas encontrados son debidos a las interferencias de frecuencias como: las interferencias co-canal y las interferencias de canales adyacentes.

En la figura 6.46 el 98% del recorrido de drive test muestra muy buenos niveles de FER entre cero y dos por ciento lo que garantiza mejor calidad en la señal recibida.

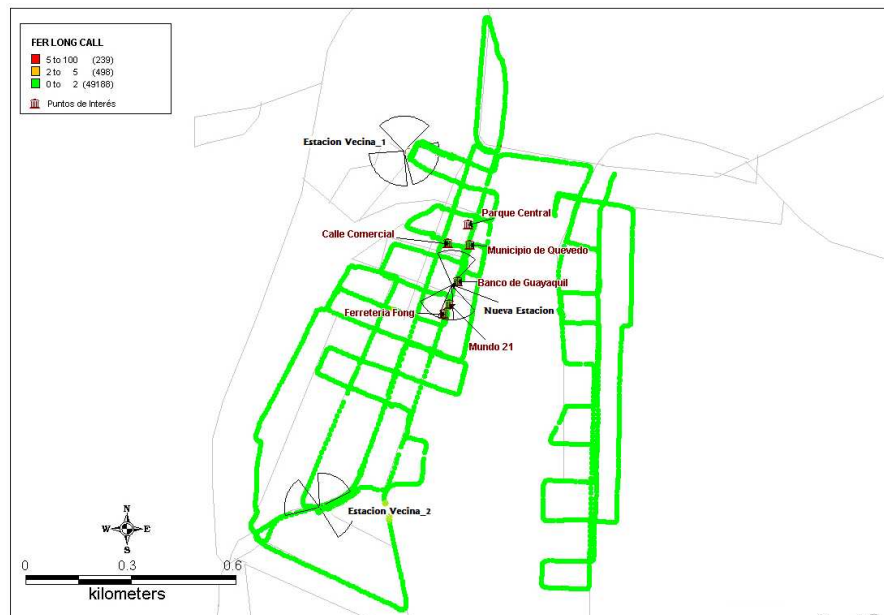


Figura 6.46: Análisis de drive test - FER.

d) Timing Advance

El “TA” es el tiempo, entre el BTS y el móvil, en que se demora una trama en ir y venir. Este parámetro solo puede ser medido cuando el móvil está encendido y efectuando una llamada, no cuando el móvil se encuentra apagado. El “Time Advance” es una medida de voz.

TIMING ADVANCE		
RANGO	TA	DISTANCIA (m)
1	0-1	≤ 1024
2	1-2	1024-1536
3	2-3	1536-2048
4	3-4	2048-2560
5	4-8	2560-4608
6	8-12	4608-6656
7	12-15	6656-8192
8	>15	≥ 8192

Tabla 6.4: Relación Timing Advance y distancia en metros.

La figura 6.47 muestra que el Timing Advance es el adecuado puesto que está tomando trafico de hasta 2.48 Km desde la nueva estación, con lo que se garantiza mejor nivel de señal a los sitios cercanos a la estación en operación.

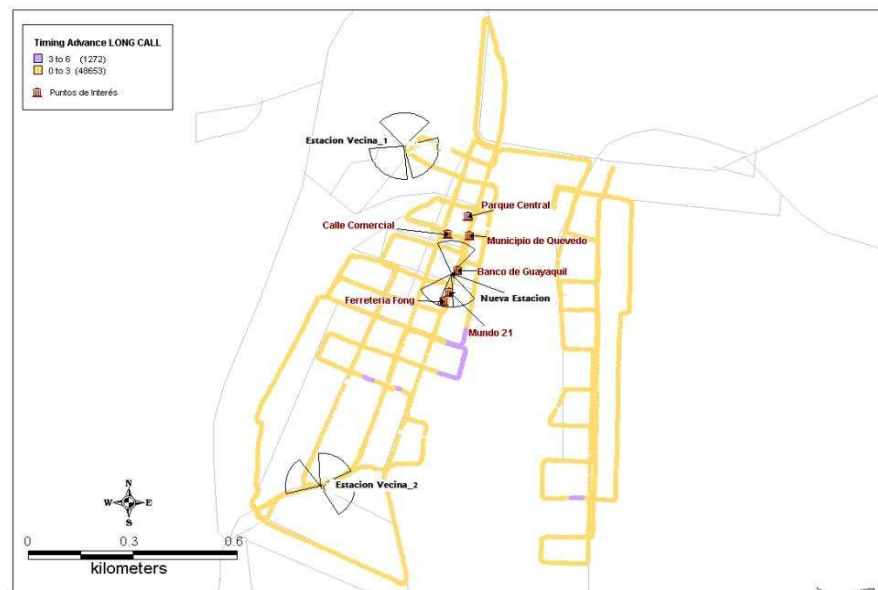


Figura 6.47: Análisis de drive test - Timing Advance

6.7.4.5.3.2. Llamada Corta

Las llamadas cortas deben tardar 90 segundos y tener un tiempo de reposo intermedio de 30 segundos. En caso de que la llamada se vea interrumpida o no se la pueda completar se deberá esperar el tiempo de reposo para volver a establecerla. Esta llamada estuvo enfocada en el análisis de:

Accesos Fallidos

Se refiere a las veces que el MS intenta conectarse con una BTS y no establece una comunicación eficiente.

Completación de llamadas

Se refiere a las veces que el MS puede establecer y finalizar una llamada sin que existan problemas de conexión.

Drop Call

Durante las pruebas de llamada larga el drive test indica que no se produjeron Drop Calls durante el recorrido.

a) Handover

Como se observa en la figura 6.48, el handover que se produce en el recorrido de drive test no ocurre en la estación celular en análisis puesto que el handover se da entre la Estación Vecina_1 y la Estación Vecina_2, lo cual no entra en análisis para el cumplimiento del correcto desempeño de la estación de estudio.

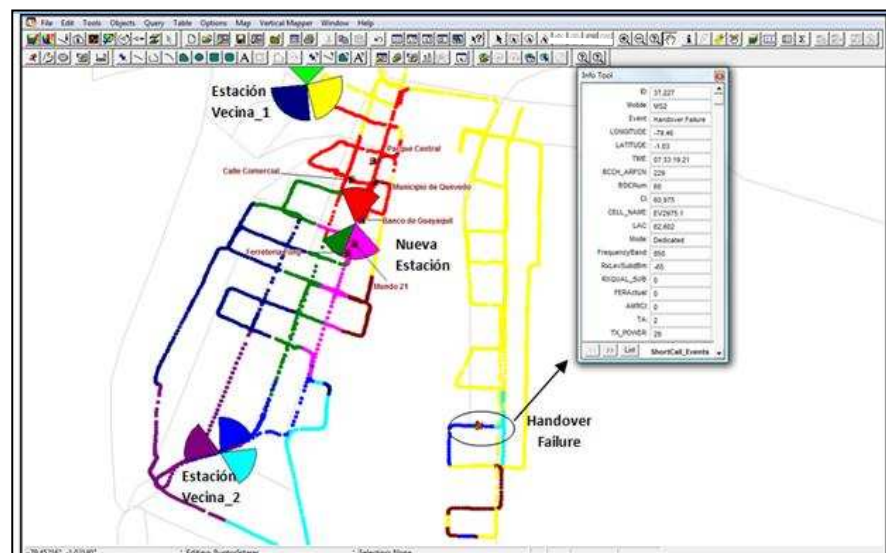


Figura 6.48: Análisis de handover en el recorrido de drive test

b) Cell selection / Reselection

Selección de Celda

Es el acceso inicial de un MS en una celda. El MS escanea todos los BCCH hasta encontrar el más fuerte; este estado se llama “CAMPED NORMALLY”. Cuando un MS está en un área de cobertura su estado pasa a ser “ANY CELL SELECTION”, lo que significa que hay varios BCCH con alta potencia disponible.

Reselección

Un MS está en Idle Mode cuando ha seleccionado una celda servidora. En este estado el MS reselectiona otra celda más apropiada para él, por ejemplo desde el punto de vista del MS, cuando recibe mejor señal de una celda vecina que de la celda actual.

Para tomar esta decisión se tienen criterios, en los cuales participan los siguientes parámetros:

- AV_RXLEV: Promedio de 5 muestras de nivel de las señales recibidas de cada portadora realizada por el MS de 3 a 5 segundos.
- RXLEV_ACCESS_MIN: También se le llama RXLEVAMI. Es el nivel mínimo recibido en el downlink para que una celda sea seleccionada; en nuestro caso se toma el nivel de -100 dBm. Cuanto mayor es este valor, menor será el área de selección de una celda.
- MS_TXPWR_MAX_CCH: También llamado MSTXPMAXCH. Es la mínima potencia transmitida por el MS para el acceso al RACH, es decir, para su canal de acceso.

Puede ser que al hacer una selección entre dos celdas el MS vuelva a hacer una selección a su celda original, si sucede varias veces se le llama efecto ping pong. Si esto ocurre dentro de la misma LAC no hay problema puesto

que no se genera procesamiento en la red, la decisión es solo tomada por el MS.

Cuando las celdas son de LACs diferentes se generará un procesamiento para actualizar datos; en este caso, si aparece el efecto ping pong aumentará el tráfico en el SDCCHD. Para solucionarlo es implementada una Histéresis. Lo que hace es dificultar ese efecto en el criterio de reelección:

$$C1 (\text{Candidato}) > C1 (\text{Servidor}) + \text{Histéresis}$$

-CELL_RESELECT_HYSTERESIS: También llamado CELLRESH. Por default el valor es 4 dB.

- CBQ: Prioridad de selección. El MS al hacer una selección buscará primero en las celdas con prioridad normal CBQ=0; si no se hallan buscará las celdas de menor prioridad CBQ=1, independientemente de quién sea el mejor servidor.

La figura 6.49 muestra que el drive test se presentaron 16 eventos de reelección de celda.

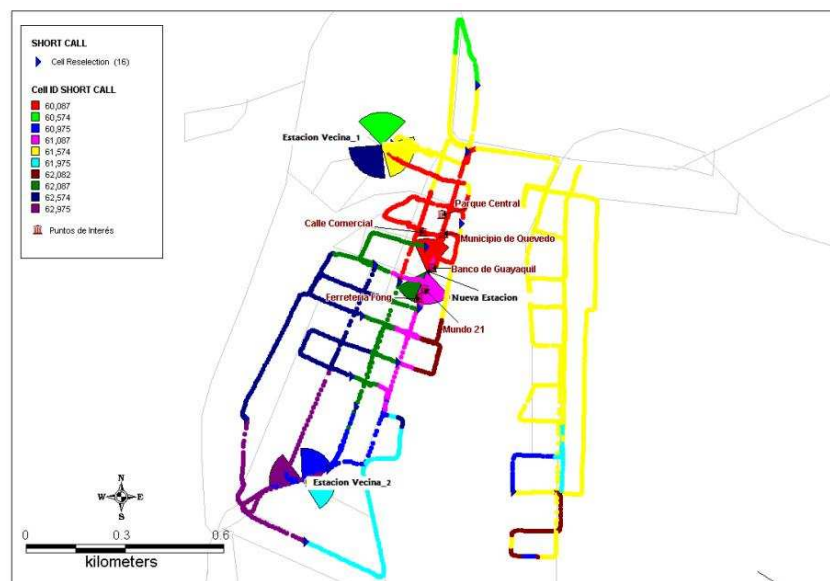


Figura 6.49: Análisis de drive test – Cell Reselection

c) RX Level Sub

En la figura 6.50 se muestra el recorrido de drive test para la estación instalada la cual al compararla con el drive test inicial, el mejoramiento en la señal es evidente. Aproximadamente se recolectaron 42966 muestras de las cuales 37115 son de muy buena calidad pudiendo concluir que más del 86% del recorrido en llamada corta posee cobertura celular.

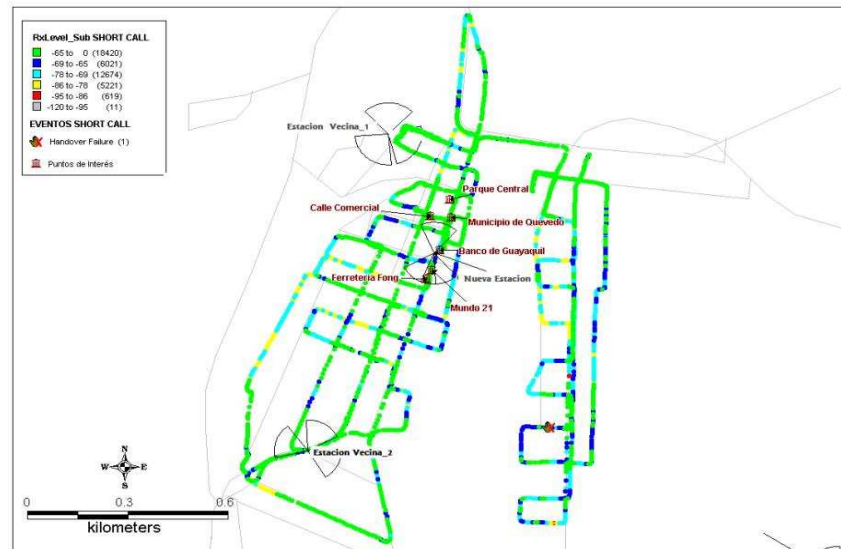


Figura 6.50: Análisis de drive test – Rx Level Sub

d) FER Actual

En la figura 6.51 el 97% del recorrido de drive test en llamada corta, muestra muy buenos niveles de FER entre cero y dos por ciento.

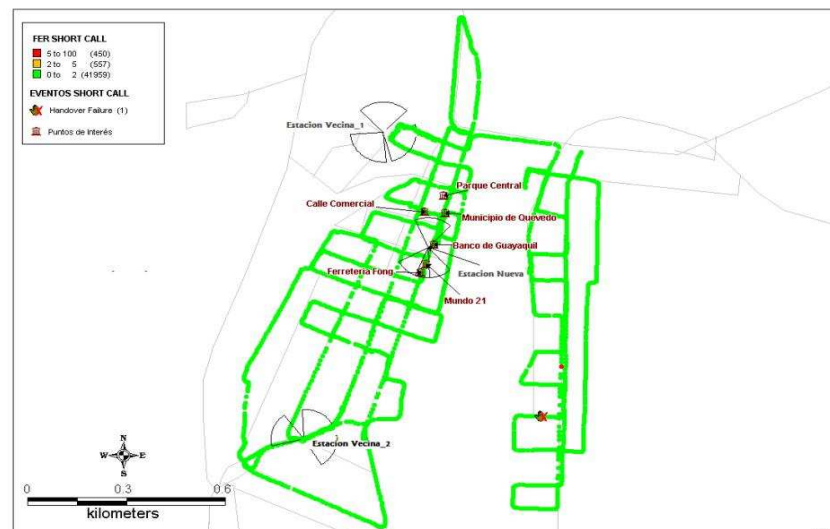


Figura 6.51: Análisis de drive test – FER.

e) Server Cell Identity

En la figura 6.52 se puede observar que los sectores están conectados correctamente, puesto que los colores con los que se identifican a estos mantienen la orientación asignada en el recorrido.



Figura 6.52 Análisis de drive test – Cell ID

f) Timing Advance

En la figura 6.53 se puede notar que el TA es el adecuado puesto que está tomando trafico de hasta 2.48 Km desde la nueva estación, con lo que se garantiza mejor nivel de señal a los sitios aledaños a la estación en estudio.

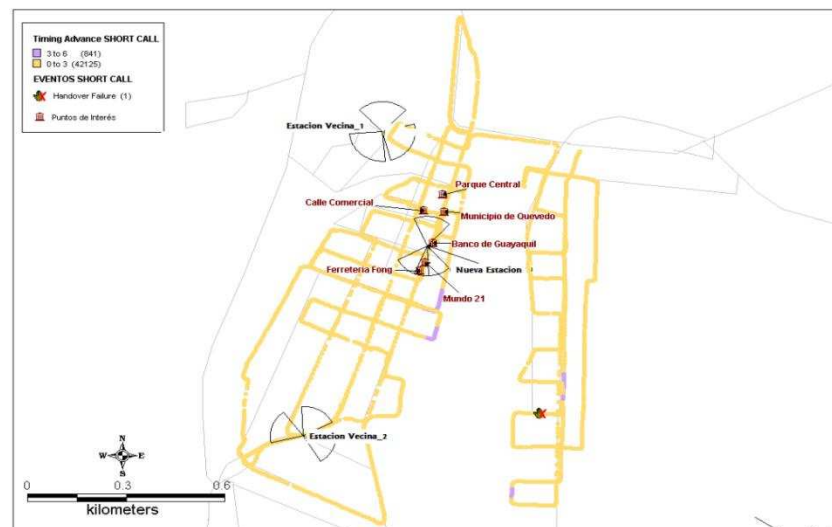


Figura 6.53: Análisis de drive test – Timing Advance

➤ GPRS y EDGE^[28]

Al ser GPRS y EDGE un servicio ofrecido por GSM en datos es importante conocer cómo funciona este servicio. El sistema GPRS es una evolución de GSM y su característica principal es que permite a los usuarios móviles enviar y recibir datos en forma de paquete. Además permite asignar calidades de servicio (QoS) diferenciadas a los distintos usuarios móviles.

La conmutación de paquetes es una tecnología idónea para las aplicaciones de datos y permite por ejemplo que varios usuarios puedan compartir un mismo canal de GPRS. De hecho la red troncal está basada en el protocolo TCP/IP que es el que se usa en las redes locales. Las tasas de transmisión de datos están divididas en categorías dependiendo del número de slots que utilicen (multislots). De esta manera podemos distinguir 4 tipos: CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4.

Tradicionalmente la transmisión de datos inalámbrica se ha venido realizando utilizando un canal dedicado GSM a una velocidad máxima de 9.6 Kbps. A partir de ahora la velocidad de transmisión de datos se ve aumentada hasta un mínimo 40 Kbps y un máximo de 115 Kbps por comunicación.

GPRS es una red superpuesta a GSM que comparte con ella la red de acceso. Sin embargo GPRS introduce dos nuevos nodos: Gateway GPRS Support Node (GGSN) y Serving GPRS Support Node (SGSN). GGSN actúa como un interfaz lógico hacia las redes de paquetes de datos externas mientras que SGSN es responsable de la entrega de paquetes al terminal móvil en su área de servicio. GPRS también introduce a nivel de BSC el denominado Packet Control Unit (PCU).

El sistema de GPRS es una red de datos basada en la transmisión de paquetes que no está exclusivamente dedicada a realizar conexiones a Internet (Ipv4/Ipv6) sino que además también está diseñada para conectar con redes X25 y otras redes públicas o privadas.

[28]Marco Antonio Muñoz Valdebenito "«METODOLOGÍAS, CRITERIOS Y HERRAMIENTAS PARA LA PLANIFICACIÓN DE REDES INALÁMBRICAS" , SANTIAGO DE CHILE, 2007 .

GPRS realiza una optimización de los recursos radio utilizando la asignación dinámica e independiente (los recursos pueden modificarse cuando la comunicación está activa) y la multiplexación de usuarios. Esto resulta muy importante porque supone un abaratamiento de las comunicaciones para el operador lo que al final repercute en el cliente. Además gracias a la compartición de recursos para transmitir datos no se reservan canales permanentemente sino que sólo se utilizan cuando se transmiten datos. Esto ha posibilitado que la tarificación vaya en función del volumen de datos intercambiados, calidad de servicio y tipo de servicio. Si el consumo es elevado se pueden adquirir bonos por horas que abaratan el precio considerablemente.

Gestión de la sesión GPRS

La gestión de la sesión GPRS conlleva seguir una serie de pasos que se describen a continuación. Lo primero que se hace es definir un contexto PDP (Packet Data Protocol) antes de iniciar una comunicación con una red externa. Un contexto PDP define las características de la conexión (Access Point Name-APN, QoS, prioridad radio, etc). El primer parámetro del contexto PDP es el APN. El APN especifica cuál es el punto de acceso a la red externa.

Una vez definido el contexto PDP se realiza el “enganche” o “attach” con la red GPRS de la operadora que nos atiende, técnicamente se trata de una conexión con el nodo SGSN que conforma la red GPRS, que es el responsable de la entrega de paquetes al terminal móvil en su área de servicio.

Finalmente el último paso es la activación del contexto definido previamente, en este paso se crea una tabla de routing en el nodo GGSN para los paquetes originados y terminados en el móvil y ya se pueden intercambiar tramas en formato TCP/IP. Cuando se han realizado estos pasos, se activa un cliente PPP que negocia con el servidor PPP de la operadora las direcciones IP para

el acceso a Internet. Tras configurar estas direcciones ya se dispone de acceso a Internet.

La transmisión puede ser asimétrica entre el enlace ascendente y descendente y además éstas se gestionan de forma independiente. El modo de transmisión está adaptado al tipo de navegación (por ejemplo páginas web).

Hipótesis del Tráfico GPRS/EDGE

Una primera hipótesis corresponde a que las fuentes de datos transmiten usando una conexión unidireccional TBF (Temporary Block Flow) entre el MS y la red. Los procedimientos de señalización para establecer la conexión TBF, los cuales dependen de la fuente de los datos (MS o red) y la administración de la movilidad del MS.

También se consideran los mensajes de informe de medición para la reelección de la celda, por estos representan un alto porcentaje de la carga de los canales de señalización. No así los mensajes attach, detach, routing area update y mensajes de actualización de celda, porque comparativamente no representan una carga significativa.

6.7.4.5.3.3. Llamada de Datos

Para obtener estas pruebas en el recorrido de drive test se estableció una sesión continua de datos que se mantuvo durante todo el recorrido de drive test. En caso que esta se vea interrumpida, se deberá volver a levantar una nueva sesión de datos inmediatamente de manera indefinida. Esta sesión se generó bajo la siguiente secuencia:

- IMSI attach
- FTP get (300 Kb file size)
- FTP put (100 kb file size)
- IMSI detach

IMSI Attach /Detach es el registro que hace el móvil en la red para hacer uso del servicio de datos.

FTP get / Put son comandos de un sesión FTP para bajar y subir un archivo respectivamente.

Tomando en cuenta los parámetros antes mencionados, el Drive Test estará presentó la siguiente información:

a) Área de Cobertura GPRS/EDGE

Las figuras 6.54 y 6.55 indican que el servicio de paquetes GPRS y EDGE se encuentran activadas en la nueva estación, lo que garantiza que los usuarios tengan la capacidad de: uso de las dos redes, conmutación de circuitos (CS) y paquetes (PS) para de esta manera mejorar el tráfico en las descargas realizadas.

El tráfico de GPRS, EDGE y el tráfico de CS de GSM hacen uso de una misma interfaz de aire. El reto de dimensionar la capacidad de este tipo de red, es dividir esta capacidad de forma que se ofrezca un grado de servicio satisfactorio para ambos tipos de usuarios.

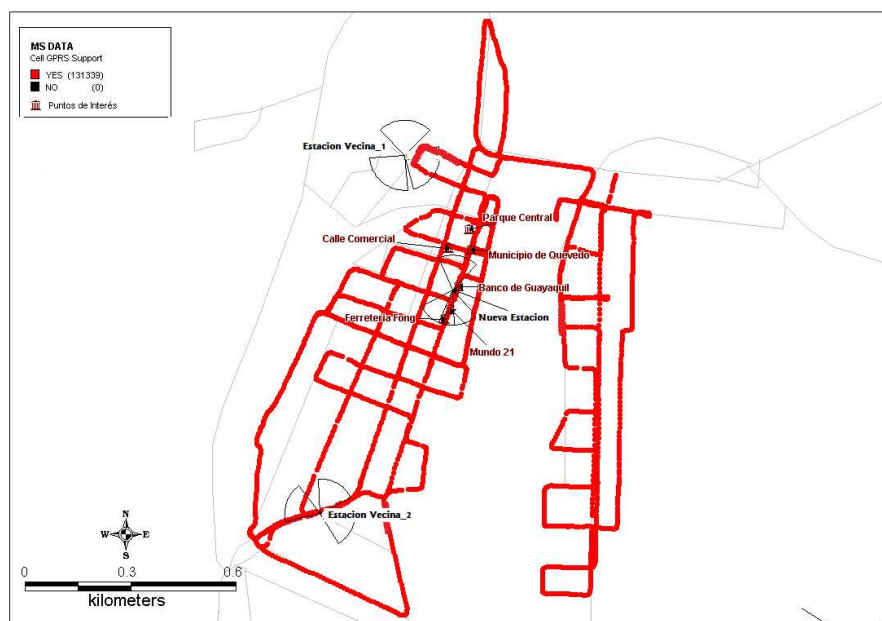


Figura 6.54: Análisis de drive test – GPRS

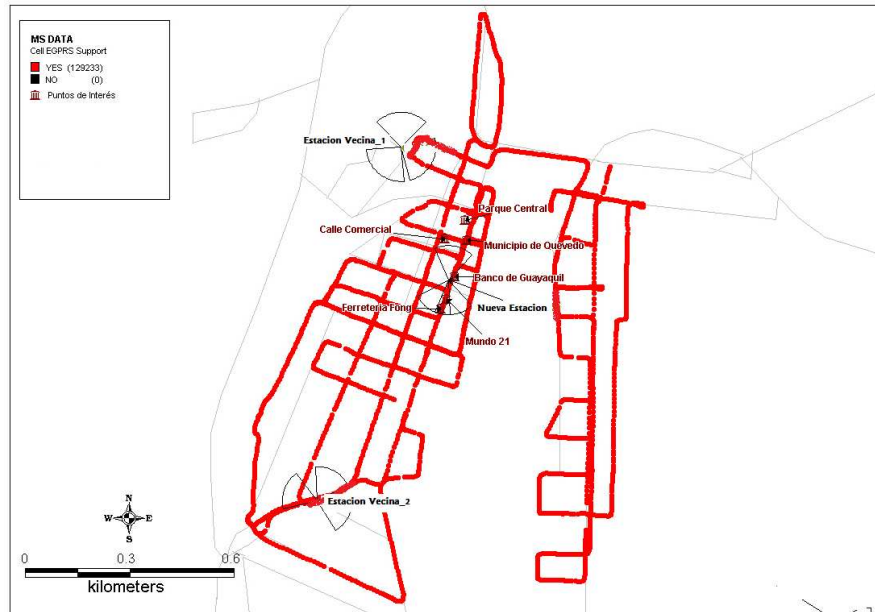


Figura 6.55: Análisis de drive test – EGPRS

b) Attach Time

El Attach Time es tiempo que se demora el móvil en cambiar de su estado idle a un estado que le permite establecer comunicación de datos. En este proceso el MS es autenticado en la red mientras una clave es codificada, una vez establecido el código de la clave este es asignado temporalmente al MS. Una vez establecido el GPRS attach, el SGSN rastrea la posición del MS y así este puede enviar y recibir SMS, pero ningún otro dato. Para poder transferir otros datos, es importante que primero este activado el PDP context.

La figura 6.56 muestra que en la mayor parte del recorrido (57.69%), el Attach Time está entre 0 y 2000 ms lo cual es muy bueno puesto que la respuesta de la estación ante el pedido de conexión de datos de un MS es rápido principalmente en los sitios de interés.

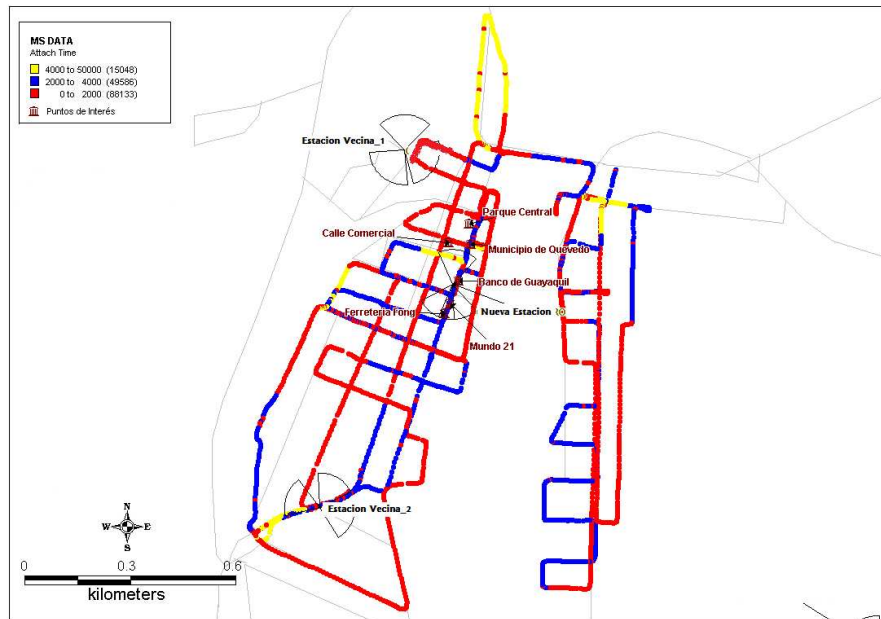


Figura 6.56: Análisis de drive test – Attach Time

c) PDP Context Time

La función del packet data protocol (PDP) se encuentra a nivel de red, la cual es usada para enlazar un MS a varias direcciones de PDP y después desenlazar estas direcciones del MS. El PDP context puede ser modificado. Cuando un MS es conectado a la red, esta tiene que activar todas las direcciones con el fin de cursar tráfico de datos con redes externas. Varios PDP context tienen que ser activados porque estos incluyen direcciones, atributos de calidad y servicio (QoS), etc.

El cambio de dirección de atributos específicos tiene que ser realizado varias veces. El MS puede usar estas funciones cuando se encuentre en el estado de STANDBY o READY, además puede seleccionar GGSN particular para el acceso a ciertos servicios y también activar un PDP context de manera anónima, sin usar ninguna identificación.

La figura 6.57 muestra el tiempo en que el packet data protocol (PDP) se demora al enlazar un MS a varias direcciones de PDP y después desenlazar estas direcciones encontrándose la mayor parte del recorrido (67.90%) entre 0 y 2000 ms.

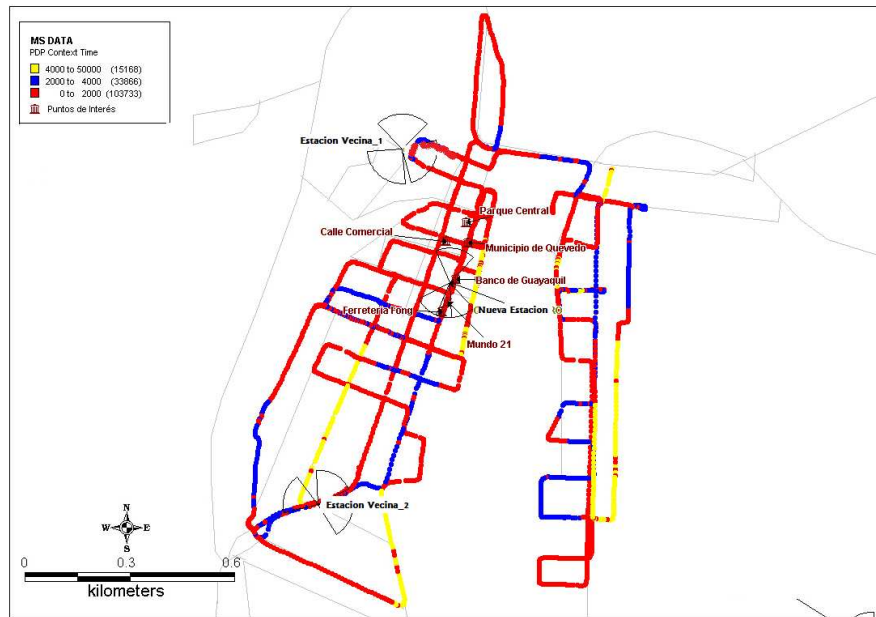


Figura 6.57: Análisis de drive test – PDP Context Time

d) Coding Schemes UL y DL

Para proteger la señal de la interferencia un cierto número de bits son añadidos para el control de errores, estos bits son llamados bits de redundancia. El sistema GSM usa la codificación de convolución para lograr esta protección. La principal característica en este sistema es la presencia de cuatro Coding Schemes (CS-x) con diferentes niveles de resistencia a la interferencia y diferentes niveles de transmisión de datos, los cuales se explican a continuación y en la tabla 6.5.

- CS-1 ->Posee más bajo porcentaje de Coding pero es el más robusto ya que usa más mensajes de control.
- CS-2 y CS-3 ->Posee más alto porcentaje de Coding y transmite más información.
- CS-4 ->Posee más velocidad pero es más vulnerable a la interferencia.

CHANNEL CODING SCHEMES	CS-1	CS-2	CS-3	CS-4
Code Rate	1/2	2/3	3/4	1
Data Rate (kb/s)	9.05	13.4	15.6	21.4
Maximum Data Speed with 8 TS	72.4(kb/s)	107.2(kb/s)	124.8(kb/s)	171.2(kb/s)

Tabla 6.5: GPRS Coding Scheme

En cambio en el sistema EGPRS tiene 2 tipos de modulación diferente y nueve esquemas de codificación (MCS-1-MCS-9) cuyas características están relacionadas a señalización y otros procedimientos para adaptación de enlaces como se muestra en la tabla 6.6.

Modulation and coding scheme	Code rate	Modulation	Data rate/ timeslot (kbps)
MCS-9	1.0	8-PSK	59.2
MCS-8	0.92		54.4
MCS-7	0.76		44.8
MCS-6	0.49		29.6
MCS-5	0.37		22.4
MCS-4	1.0	GMSK	17.6
MCS-3	0.80		14.8
MCS-2	0.66		11.2
MCS-1	0.53		8.8

Tabla 6.6: Modulación EGPRS y Coding Scheme.

Modulación 8PSK y GMSK.

La modulación 8PSK (8 niveles Phase Shift Keying) permite que un solo símbolo cambie de forma tal que represente 3 bits de información. Esto es 3 veces la cantidad de información que es transferida por una señal modulada mediante GMSK (niveles de Gaussian Minimum Shift Keying) utilizada en la primera generación del sistema GSM. Esto resulta en una velocidad de transmisión de datos del radiocanal de 604.8 kbps y una tasa de transmisión de datos teórica a través de la red de 384 kbps.

La figura 6.58 muestra que en el drive test, los Coding Schemes que prevalecen en Up Link son: el MSC-9 con 44831 muestras y MSC-6 con 44072 muestras, lo que indica que para una mejor transmisión de datos se está utilizando la modulación GMSK.

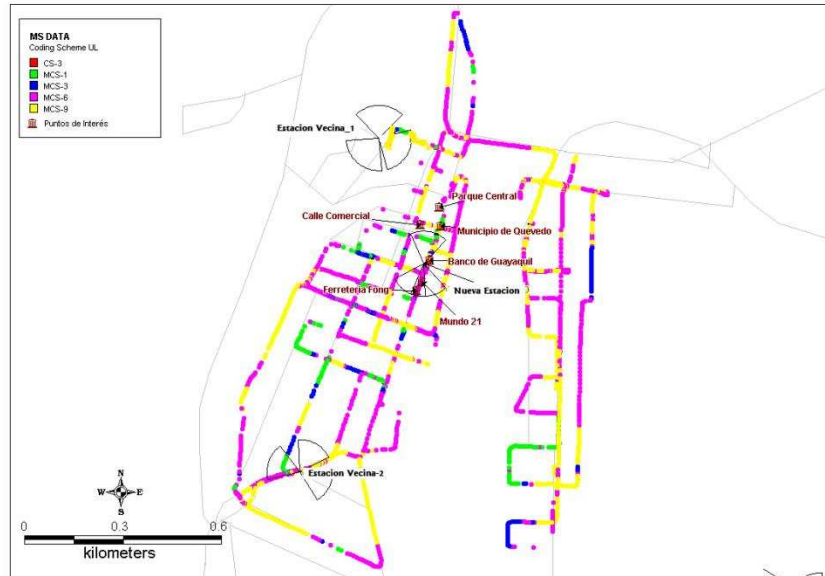


Figura 6.58: Análisis de drive test – Coding Schemes UL

La figura 6.59 muestra que en el drive test, los Coding Schemes que prevalece en Down Link son: el MSC-9 con 50130 muestras y MSC-6 con 43494 muestras.

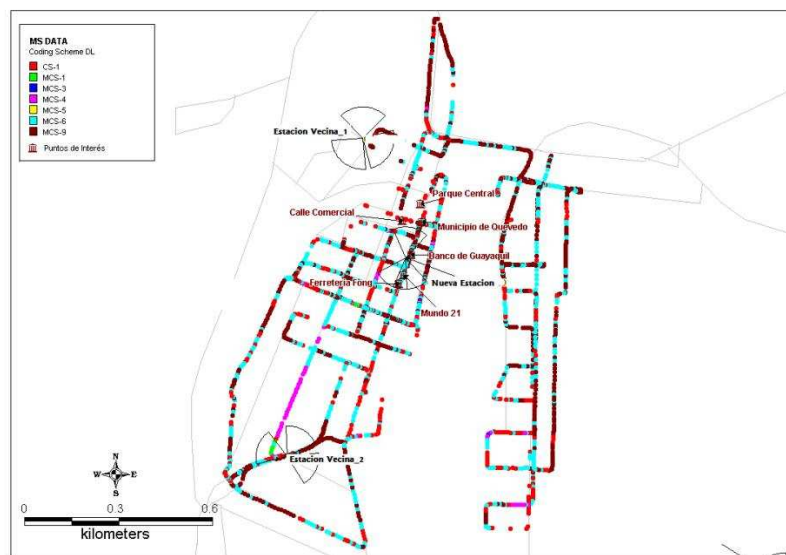


Figura 6.59: Análisis de drive test – Coding Schemes DL

6.7.4.5.3.4. Mediciones de Scanner

Para estas pruebas el scanner se configuró de manera que permita decodificar canales BCCH y BSIC en la banda de 850/1900 MHz frecuencias en las que opera la estación celular. Se debió contar con un scanner conectado con antena externa. El objeto de esta medición es el análisis de:

a) Scanner Best Server

La figura 6.60 muestra que los sectores de las estaciones vecinas y la nueva estación están diferenciados con colores, lo que permite identificar el alcance de cada sector, en el presente estudio se toma importancia a los colores verde, rojo y azul de la nueva estación.

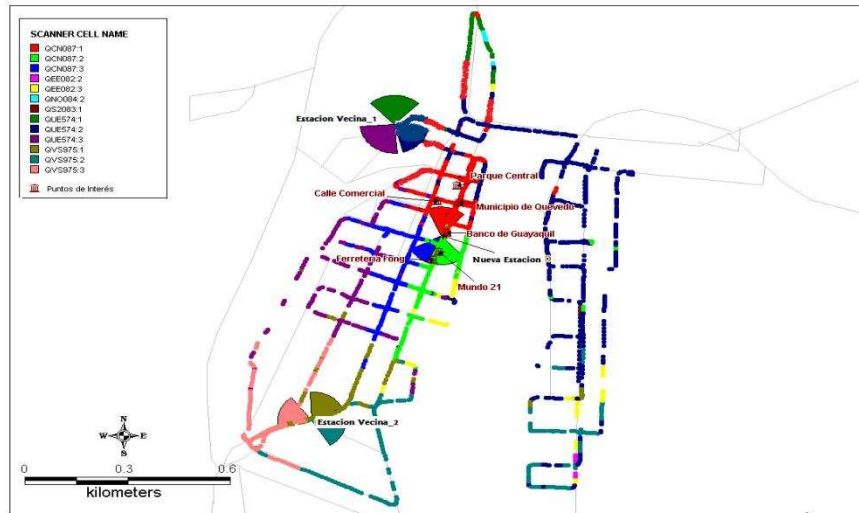


Figura 6.60: Análisis de drive test – Scanner Best Server

b) Scanner Best Server RX level.

En la figura 6.61 se muestra el recorrido de drive test mediante el uso de un scanner, con el cual aproximadamente se recolectaron 65572 muestras de las cuales 65510 son de muy buena calidad pudiendo concluir que el 99.9% del recorrido posee muy buena señal comparando con la tabla 6.1.



Figura 6.61: Análisis de drive test – Scanner Best Server Rx Level

c) **Scanner RX level por BCCH de la estación nueva.**

El la figura 6.62 se muestra el nivel de señal y el alcance del sector uno de la nueva estación cuya señal en promedio es igual -76.37dB , cuyo valor esta dentro del promedio de cobertura indoor.

El la figura 6.63 se muestra el nivel de señal y el alcance del sector dos de la nueva estación cuya señal en promedio es igual -83.52dB , cabe indicar las existencia de obstrucciones ubicadas en esta dirección.

El la figura 6.64 se muestra el nivel de señal y el alcance del sector tres de la nueva estación cuya señal en promedio es igual -84.65dB lo que se considera bueno dentro de los niveles de calidad, cabe indicar las existencia de obstrucciones ubicadas en esta dirección.

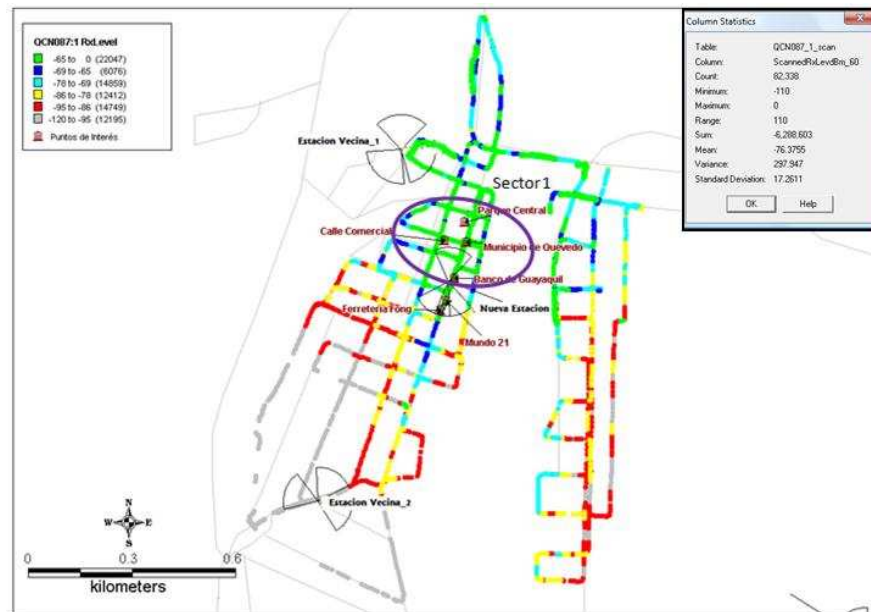


Figura 6.62: Análisis de drive test – Rx Level sector Alfa.

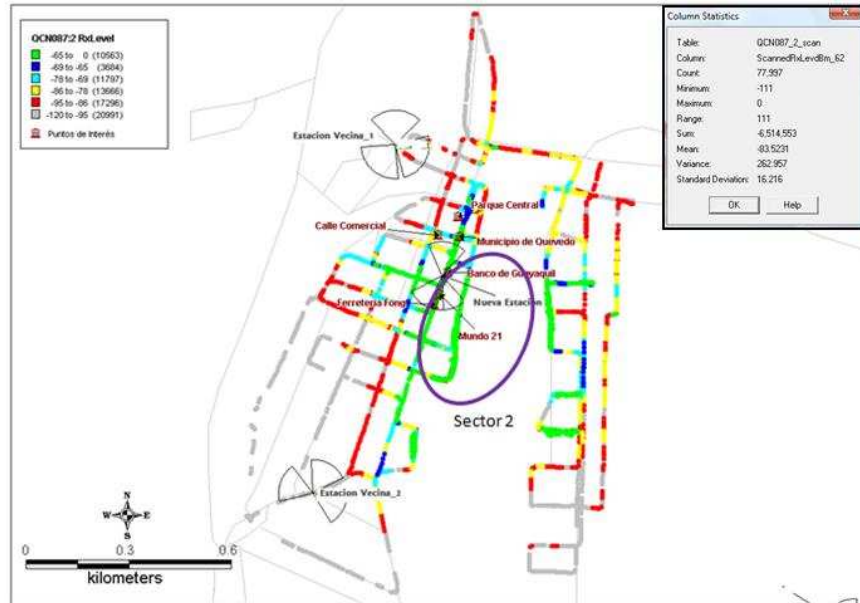


Figura 6.63: Análisis de drive test – Rx Level sector Beta

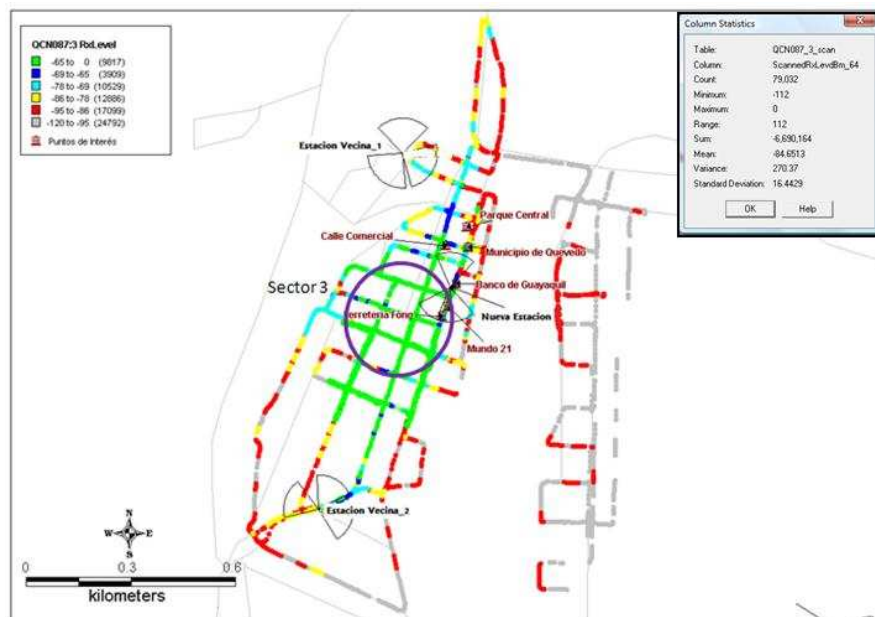


Figura 6.64: Análisis de drive test – Rx Level sector Gamma

6.7.4.5.4. Cumplimiento de KPI's en el drive test

Los KIPs que se cumplieron en el Drive Test son los siguientes:

- a) Promedio de Fer (llamada continua y llamada corta)
- b) Accesos fallidos (llamada corta)
- c) Llamadas Caídas (llamada corta y continua)
- d) Handover Exitosos (llamada corta y continúa)

$\text{Llamadas Caídas} = \frac{\text{DropCall Llamada Corta} + \text{DropCall Llamada Continua}}{\text{Total Llamada Corta} + \text{Total Llamada Continua}}$
$\text{Handovers Exitosos} = \frac{\text{H.Completados LContinua}}{\text{H Total L.Continua}} * 95\% + \frac{\text{H.Completados L.Corta}}{\text{H Total LCorta}} * 5\%$

Tabla 6.7: Fórmulas usadas para el cálculo de llamadas caídas y handover exitosos

En la nueva estación instalada en la ciudad de Quevedo se obtuvieron los siguientes resultados al procesar los datos obtenidos en el drive test:

Indicador Drive Test	Llamada Larga	Llamada Corta	Global
Muestras menor a 1%	51250	45156	96406
Total de muestras	52268	46230	98498
FER DL(% FER<1%)	98.05%	97.68%	97.88%
Solicitudes de Acceso	2	28	30
Accesos Fallidos	0	0	0
% Acceso Fallido	0.00%	0.00%	0.00%
Llamadas Establecidas	2	28	30
Llamadas Caídas	0	0	0
% Llamadas Caídas	0.00%	0.00%	0.00%
Solicitudes de Handover	79	54	133
Handover Completados	79	53	132
% Handovers Exitosos	100.00%	98.15%	99.25%

Tabla 6.8: Resumen de Estadísticas de Drive Test

La tabla 6.8 presenta un resumen de los datos obtenidos en el drives test, el indicador de drive test muestra los parámetros que se midieron durante el recorrido tanto al realizar una llamada larga como una llamada corta en cambio global da una visión general tanto de lo ocurrido en llamada larga como en llamada corta. Los parámetros analizados se muestran a continuación:

a. Frame Error Rate DL

Como se indica en la tabla 6.8, los porcentajes de muestras de FER menores a 1% para llamada corta, continua y el global de ambas llamadas superan el 97% en todos los casos indicados. Por ende se cumple con el requerimiento de que el porcentaje de muestras de FER en Downlink menor al 1% sean mayores a 90% como es el caso de sitios urbanos.

b. Accesos Fallidos

La tasa de fallas de acceso para el establecimiento de llamadas no podrá estar por encima del 3% en todas las áreas de cobertura donde garantiza servicio. En el Drive test realizado tabla 6.8 no se registraron accesos fallidos (Blocked Call, RACH Error, No service Mode, Limited Service Mode), por lo que el porcentaje es de 0% cumpliendo óptimamente con el requerimiento para el desempeño correcto de la estación.

c. Llamadas Caídas

La tasa de llamadas caídas no podrá estar por encima del 2% en todas las áreas de cobertura donde se garantiza servicio. En el Drive test realizado tabla 6.8 no se registró ningún evento de llamada caída, por lo cual el porcentaje es de 0% cumpliendo óptimamente con el requerimiento.

d. Handover Exitosos

Para cumplir con un buen desempeño de la estación al menos el 94% de los intentos de Handover durante el drive test deben ser completados con éxito en todas las áreas de cobertura donde se garantice servicio. En el drive test realizado tabla 6.8 se registró 1 evento de falla de handover en llamada corta, por lo tanto el porcentaje de Handovers exitosos fue del 98% cumpliendo eficazmente con lo indicado.

6.7.4.6. Análisis Estadístico

a) KPIs

Son parámetros que se observan muy de cerca cuando se realiza el proceso de monitoreo de la red, principalmente este concepto es usado para canales de voz y datos. Pero el rendimiento de la red puede ser ampliamente caracterizado dentro de cobertura, capacidad y criterios de calidad

Los KPIs entonces los podemos considerar como estadísticas de fallas o problemas monitoreados de la red, tales como: Fallas de HO, Fallas de llamadas y Fallas de Acceso.

Los KPIs más importantes desde la perspectiva del operador serán:

- BER (Bit Error Rate) es basado en mediciones de la señal recibida antes de que las tareas de decodificación tengan lugar.
- FER (Frame Error Rate) es un indicador luego de que la señal ha sido decodificada.
- DCR (Drop Call Rate) es una medición de las llamadas caídas en la red.

En muchos casos se relaciona el número de llamadas caídas con la calidad de la voz, los cuales pueden deberse a varios factores tales como:

- Limitaciones de capacidad
- Interferencia
- Desfavorables condiciones de propagación
- Bloqueo, etc.
- CSR (Call Success Rate) indica el número de llamadas que fueron completadas después de ser generadas.
- HSR (HO Success rate) indica la calidad del MM (Mobility Management) y RRM (Radio Resource Management) en la red.

- Tasa de canales de control dedicado autónomo SDCCH (Standalone Dedicated Control Channel): es un indicador garantiza que la estación móvil MS y la BTS se mantengan comunicados mientras el Centro de conmutación móvil MSC (Mobile Switching Center) y la BTS verifican la unidad del abonado y reservan los recursos.
- Tasa de canales de control de tráfico “TCH” (Traffic Control Channel): estos indicadores son utilizados para llevar información de datos y voz, previos procesos de codificación de voz, de canal y entrelazado.
- Call drop rate: Es una medida de llamadas caídas en la red. Una llamada caída puede ser definida como aquella llamada que no concluyo adecuadamente después de haberse establecido, es un indicador del desempeño de la red y de pérdidas provocadas. Es una medida de la trama SACCH. Si la trama no es recibida se considera una llamada caída.
- TBF Drop rate: Esta caída incrementa el número de TBF necesarios para iniciar sesiones en GPRS.
- Call success rate: Indica la proporción de llamadas que fueron completadas después de ser generadas.
- Call setup success rate: Rango de llamadas TCH que fueron establecidas exitosamente.
- TBF success rate: Indica la proporción de de TBF que fueron completados después de ser generadas.
- Handover success rate: Indica la cantidad de movilidad en proporción en la red.
- HO call drop rate: Llamadas caídas durante intracell, intercell y ejecución de handover externos

b) Análisis Estadístico de la estación

Para demostrar el correcto desempeño de la estación y el no haber afectado el ambiente de red de la operadora de telefonía celular con el ingreso de la estación, es importante realizar un análisis estadístico que muestre el comportamiento de la estación en estudio desde el instante de su integración en este caso fue el 30 de Agosto del 2010. Para esto la operadora brindó todas las facilidades necesarias para tomar los datos necesarios provenientes del servidor de de la red los cuales fueron post procesados y analizados estadísticamente.

Para el análisis estadístico no se limitó únicamente a la estación bajo IT; se analizó el desempeño individual de las estaciones directamente relacionadas con la nueva BTS. Se consideró el análisis estadístico de los sectores vecinos que apuntan directamente a la nueva estación. Para el análisis del impacto de la estación en el sistema, se seleccionó el clúster de estaciones que tengan definida vecindad con el nuevo sector.

Dentro de la validación de KPIs de la nueva estación, todos los KPIs estuvieron dentro de los umbrales especificados en el **Anexo 11**. En el caso de no cumplir completamente con los umbrales de los KPIs, se puede admitir como máximo una degradación de un KPI en un 20%.

La información que se analizó fue:

- TCHDropRate
- SDCCHDropRate %
- IntraCellHOSuccRate %
- InterCellHOSuccRate %
- InterBSCHOSuccRate %
- HODropRate rate
- SDCCHLossRate %

- TBFDropRateDL rate
- TBFDropRateUL rate
- TBFEstSuccRateDL Nr
- TBFEstSuccRateUL Nr
- TCHTrafCarrDR Erl
- Completación de llamadas - CSSuccRateBSS %
- TCHAssignmentFailureRate rate

La primera verificación de los KPIs se realizó desde el 30 de Agosto fecha en la que empezó a funcionar la estación hasta el 7 de Septiembre aproximadamente una semana posterior, estos datos fueron proporcionados por el servidor de red para verificar el comportamiento de la nueva estación.

En este análisis se apreció que los parámetros que se consideran dentro del correcto desempeño de la red, no cumplían los umbrales de aceptación por tipo de celda que son establecidos por la operadora de telefonía celular.

Como se puede observar, los recuadros resaltados con color indican los parámetros que no se cumplen como son: TBFDropRate y TBFEstSuccRate tanto en uplink como en downlink; los cuales están relacionados a la comunicación de datos. También se observa que parámetros de voz como el TCH Drop Rate y el InterCellHOSuccessRate presentan problemas en la red, lo cual en nuestro estudio no representa motivo de análisis puesto que solo aparecen esporádicamente. Lo antes indicado se puede apreciar en la siguiente tabla 6.9.

Temporary Block Flows – TBF

Un TBF es una conexión unidireccional entre la estación móvil y el PCU, el TBF se mantiene mientras dura la transferencia de datos. Un TBF posee un identificador especial tbi el cual es añadido en el RLC Block en la trama de datos.

- **PCU.-** Es un nodo de la BSS responsable de las características de capacidad y demanda en la transmisión de paquetes específicos de GPRS.

Date	Time	Object	Sistema	TCHDropRate %	SDCCHDropRate %	IntraCellHOSuccRate %	InterCellHOSuccRate %	InterBSCHOSuccRate %	HODropRate rate	SDCCHLossRate %	TBFDropRateDL rate	TBFDropRateUL rate	TBFEstSuccRateDL Nr	TBFEstSuccRateUL Nr	TCHTraffCarrDR Eri	CS SuccRateBSS %	TCHAssignmentFailureRate rate
Objetivos Site Urbano				≤2%	≤3%	≥96%	≥94%	≥90%	≤2%	≤1%	≤18%	≤2.5%	≥92%	≥92%		≥97%	≤2%
8/30/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087:1	13.51	0.00	100.00	100.00	-	0.00	0.00	6.4%	4.8%	94.3%	77.7%	0.06	100.00	0.00
8/30/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087:2	0.00	0.00	100.00	100.00	-	0.00	0.00	12.1%	6.3%	90.7%	78.0%	0.00	100.00	0.00
8/30/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087:3	17.95	0.87	100.00	100.00	-	0.00	0.00	16.8%	5.2%	91.1%	60.8%	0.02	99.13	0.00
8/31/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087:1	0.31	0.04	99.46	99.08	-	0.00	0.00	7.0%	5.7%	93.6%	96.3%	2.43	99.56	0.00
8/31/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087:2	0.31	0.29	99.67	97.54	-	0.00	0.00	13.4%	6.7%	90.9%	91.8%	0.78	99.37	0.00
8/31/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087:3	0.33	0.11	99.20	97.83	-	0.00	0.00	20.1%	5.2%	91.6%	90.3%	1.28	99.43	0.00
9/1/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087:1	0.33	0.04	99.50	98.27	-	0.01	0.00	12.2%	5.3%	91.5%	96.6%	2.22	99.69	0.00
9/1/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087:2	0.11	0.00	99.32	89.11	-	0.00	0.00	18.0%	3.1%	94.3%	92.4%	0.90	99.39	0.00
9/1/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087:3	0.15	0.24	99.01	97.36	-	0.00	0.00	7.2%	5.2%	93.7%	92.6%	1.45	99.33	0.00
9/2/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087:1	0.48	0.09	99.27	98.93	-	0.00	0.00	11.7%	5.8%	91.8%	96.8%	2.52	99.78	0.00
9/2/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087:2	0.66	0.12	99.67	96.36	-	0.00	0.00	16.3%	3.3%	94.4%	89.5%	0.87	99.56	0.00
9/2/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087:3	0.51	0.10	99.71	98.18	-	0.00	0.00	6.6%	3.8%	94.7%	93.1%	1.49	99.46	0.00
9/3/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087:1	1.25	0.14	100.00	98.94	-	0.00	0.00	12.3%	6.3%	90.4%	97.3%	2.26	99.66	0.00
9/3/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087:2	1.56	0.19	99.68	97.87	-	0.00	0.00	15.9%	3.1%	94.6%	88.2%	0.96	99.01	0.00
9/3/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087:3	1.49	0.11	99.04	96.00	-	0.00	0.00	6.4%	3.9%	94.6%	90.3%	1.35	99.66	0.00
9/4/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087:1	0.90	0.05	99.74	98.89	-	0.00	0.00	12.0%	6.5%	90.8%	94.6%	1.52	99.51	0.00
9/4/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087:2	0.41	0.15	100.00	98.80	-	0.00	0.00	17.7%	3.6%	91.9%	82.5%	0.67	99.75	0.00
9/4/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087:3	0.80	0.13	99.25	96.70	-	0.00	0.00	5.7%	4.2%	94.1%	90.8%	1.16	99.62	0.00
9/5/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087:1	0.95	0.05	99.60	98.08	-	0.00	0.00	11.9%	6.2%	91.4%	87.4%	0.75	99.44	0.00
9/5/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087:2	0.73	0.00	99.34	98.67	-	0.00	0.00	18.4%	4.8%	92.3%	80.9%	0.41	99.44	0.00
9/5/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087:3	0.98	0.25	98.77	96.72	-	0.00	0.00	6.4%	5.1%	93.0%	84.0%	0.62	99.06	0.00
9/6/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087:1	0.69	0.09	99.75	97.78	-	0.00	0.00	10.8%	5.0%	93.2%	96.6%	2.33	99.54	0.00
9/6/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087:2	0.47	0.08	99.69	98.25	-	0.00	0.00	19.7%	3.9%	91.8%	87.4%	0.93	99.60	0.00
9/6/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087:3	0.70	0.03	99.77	98.36	-	0.00	0.00	6.2%	4.3%	94.4%	90.7%	1.33	99.66	0.00
9/7/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087:1	0.32	0.02	100.00	98.17	-	0.01	0.00	10.1%	5.4%	93.1%	94.6%	2.12	99.52	0.00
9/7/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087:2	0.05	0.00	99.30	92.57	-	0.00	0.00	20.1%	3.1%	93.5%	84.2%	0.87	99.83	0.00
9/7/2010	23:59	UE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087:3	0.03	0.06	99.43	98.05	-	0.00	0.00	6.1%	4.1%	94.9%	92.3%	1.40	99.51	0.00

Tabla 6.9: Valores de KPIs de la nueva estación y TBFs de datos no cumplidos

Para cumplir con los umbrales de aceptación de los KPIs y de esta manera garantizar el correcto desempeño de la estación celular instalada en la ciudad de Quevedo, fue importante realizar cambios lógicos a nivel de la red de la operadora mediante una orden de trabajo conocida como CR o Change Request.

Esta orden de trabajo fue enviada al departamento de optimización de la operadora para que se generen los cambios sugeridos. Una vez realizados estos, se realizó un segundo análisis donde se obtuvo nuevamente estadísticas de la estación, verificando si los cambios indicados permitieron cumplir o no con los umbrales de aceptación de los KPIs.

Para la nueva estación, se generó algunos cambios lógicos que permitieron cumplir con los umbrales de los parámetros de datos TBFs, para realizar estos cambios fue necesario conocer los valores lógicos con los que inicialmente fue

configurada la estación. Esta información se la obtuvo en un archivo conocido como Base GSM. La Base GSM fue proporcionada por la operadora de telefonía. Los parámetros lógicos que se modificaron y los cuales permitieron alcanzar mejores niveles en datos (TFB) son los que están relacionados con la BTS y los que están relacionados con el PTPPKT.

PTPPKT.- Representa el servicio punto a punto en una celda. En GSM para la transferencia de paquetes punto a punto, a cada celda PTPPKT le corresponde un identificador especial BVCI dependiendo de la posición que posea en la Data Base.

La siguiente tabla muestra una descripción de los parámetros modificados para un mejor análisis:

Parámetro	Definición
RACHBT (BTS)	RACH busy threshold .- Limita accesos con bajos niveles de señal. El propósito de este parámetro es definir un mínimo nivel de señal recibido por el RACH el cual sea considerado como el valor de acceso real. <ul style="list-style-type: none"> - El valor asignado para el parámetro RACHBT es importante para la BTS, este parámetro es controlado por los parámetros de O&M. - Rango: 0..127 - Valor por defecto: 109
T3168 (PTPPKT)	Amplia el timer usado en el lado del móvil para espera del message PACKET UPLINK ASSIGNMENT. <ul style="list-style-type: none"> - Para obtener el valor de tiempo real asignado se debe sumar uno al valor asignado y multiplicado por 500ms. - Range: 0..7 - Valor por defecto: 2
T3192 (PTPPKT)	Amplia el timer para liberar recursos asociados con TBFs. Este timer es usado por el MS cuando la estación móvil ha recibido todos los blocks de datos de RLC/MAC de los TBF. <ul style="list-style-type: none"> - Range: 0..7 - Valor por defecto: 0

	<p>- Los valores en tiempo del dato asignado son:</p> <p>0 -> 500 ms 1 -> 1000 ms 2 -> 1500 ms 3 -> 0 ms 4 -> 80 ms 5 -> 120 ms 6 -> 160 ms 7 -> 200 ms</p>
INICSCH (PTPPKT)	<p>Inicia la comunicación con un Coding Scheme más robusto.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Este parámetro indica que el coding scheme sea distribuido cuando la transferencia de paquetes empiece. - Rango: CS1, CS2, CS3, CS4 - Valor por defecto: CS2
IMCSUL8PSK (PTPPKT)	<p>Inicia con un MCS uplink más robusto cuando el móvil soporta. Initial MCS uplink Wout incremental redundancy 8PSK. - Este parámetro especifica la MCS a ser usada en un TBF EDGE en uplink siempre que el MS soporte 8PSK. Si la BSC es informada acerca de la capacidad de EDGE del teléfono, esta usa el valor de IMCSULNIR8PSK para calcular la mejor distribución para el requerimiento de UL TBF.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rango: MCS1, MCS2, MCS3, MCS4, MCS5, MCS6, MCS7, MCS8, MCS9. - Valor por defecto: MCS3
IMCSULGMSK (PTPPKT)	<p>Inicia con un MCS uplink más robusto cuando el móvil soporta solamente GMSK. Initial MCS uplink Wout incremental redundancy GMSK.- - Este parámetro especifica la MCS a ser usada en un TBF EDGE en uplink siempre que el MS soporte GMSK. Si la BSC es informada acerca de la capacidad de EDGE del teléfono, esta usa el valor de IMCSULNIR8PSK para calcular la mejor distribución para el requerimiento de UL TBF.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rango: MCS1, MCS2, MCS3, MCS4. - Valor por defecto: MCS3
INIMCSDL (PTPPKT)	<p>Inicia con un MCS downlink más robusto.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Initial MCS downlink, este parámetro especifica la MSC que va a ser utilizada en un TBF Edge en downlink solo si el MS soporta 8PSK. - Rango: MCS1, MCS2, MCS3, MCS4, MCS5, MCS6, MCS7, MCS8, MCS9 - Valor por defecto: MCS6

Tabla 6.10: Parámetros lógicos para datos

El CR sugerido para mejorar los parámetros de datos en la nueva estación se muestra a continuación.

BTS	SITE SECTOR	Nombre del Parámetro	Valor Anterior	Nuevo Valor
0	XYZ087:1	RACHBT	109	105
0	XYZ087:1	T3168	2	4
0	XYZ087:1	T3192	0	1
0	XYZ087:1	INICSCH	CS3	CS2
0	XYZ087:1	IMCSUL8PSK	MCS6	MCS3
0	XYZ087:1	IMCSULGMSK	MCS3	MCS1
0	XYZ087:1	INIMCSDL	MCS6	MCS3
1	XYZ087:2	RACHBT	109	105
1	XYZ087:2	T3168	2	4
1	XYZ087:2	T3192	0	1
1	XYZ087:2	INICSCH	CS3	CS2
1	XYZ087:2	IMCSUL8PSK	MCS6	MCS3
1	XYZ087:2	IMCSULGMSK	MCS3	MCS1
1	XYZ087:2	INIMCSDL	MCS6	MCS3
2	XYZ087:3	RACHBT	109	105
2	XYZ087:3	T3168	2	4
2	XYZ087:3	T3192	0	1
2	XYZ087:3	INICSCH	CS3	CS2
2	XYZ087:3	IMCSUL8PSK	MCS6	MCS3
2	XYZ087:3	IMCSULGMSK	MCS3	MCS1
2	XYZ087:3	INIMCSDL	MCS6	MCS3

Tabla 6.11: CR enviado para mejorar parámetros de datos de la nueva estación

El cambio sugerido fue el mismo para los tres sectores ya que todos presentaban el mismo problema, el primer parámetro que se modificó es el RACHBT de su valor por defecto 109, a 105 lo cual limitó aun más los niveles bajos de señal que quieran establecer una conexión de datos, garantizando que solo se establezcan comunicaciones con buenos niveles de señal.

El siguiente parámetro modificado fue el T3168 cuyo valor se encontraba en su valor por defecto 2 lo que hacía que el tiempo de espera sea muy corto por lo que se duplicó el tiempo del timer a 4, para de esta manera establecer una conexión de buena calidad.

Otro parámetro modificado fue el T3192 de 0 a 1, ampliando el timer de 500ms a 1000 ms con el objetivo de liberar recursos asociados con TBFs (TFI identificador especial), haciendo que el TBF se mantenga más tiempo mientras dura la transferencia de datos.

El parámetro INICSCH también fue modificado de CS3 a CS2 puesto que el Coding Scheme CS2 es mucho más robusto y posee más control en la transmisión de datos.

Otro parámetro modificado fue IMCSUL8PSK de MCS6 a MCS3 Inicia con un MCS uplink más robusto, lo cual permite que sea menos susceptible a interferencia ya que baja la transferencia de datos considerablemente de 29.6 kbps a 15.6 kbps y aumenta el valor del código de 0.49 a 0.75 considerando siempre que el móvil soporte 8PSK en Up Link.

El siguiente parámetro modificado fue IMCSULGMSK de MCS3 a MCS1, puesto que este pese al poseer más bajo nivel de Coding es mucho más robusto que todos los Coding Scheme ya que posee mayor número de mensajes de control, mejora la transmisión en up link.

Otro parámetro modificado fue INIMCSDL de MCS6 a MCS3 este cambio permite mejorar la comunicación de datos en down link considerando los mismos antecedentes indicados en el parámetro IMCSUL8PSK.

Una vez ejecutado el CR se verificó las estadísticas de la estación para comprobar si los cambios efectuados fueron los adecuados y se logró mejorar los umbrales de los parámetros de datos.

Para realizar esta verificación se tomó las estadísticas desde el 7 de Septiembre al 15 de Septiembre en cuyos valores se puede notar que con el CR enviado se pudo mejorar notablemente los umbrales de datos, este cambio se pudo identificar a partir del 11 de Septiembre, ya que el CR fue ejecutado el 10 de Septiembre. Para el cumplimiento de los umbrales requeridos por la operadora por lo menos debe existir un día que no genere problemas la estación.

Date	Time	Object	Sistema	TC HDropRate %	SDCCHDropRate %	IntraCellHOSuccRate %	InterCellHOSuccRate %	InterBSCHOSuccRate %	HODropRate rate	SDCCHLossRate %	TBF DropRateDL rate	TBF DropRateUL rate	TBF Est SuccRateDL Nr	TBF Est SuccRateUL Nr	TCH Traf CarrDR Eri	CS SuccRateBSS %	TCH Assignment FailureRate rate
Objetivos Site Urbano				≤2%	≤3%	≥96%	≥94%	≥90%	≤2%	≤1%	≤18%	≤2.5%	≥92%	≥92%		≥97%	≤2%
9/7/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087-1	0.32	0.02	100.00	98.17	-	0.01	0.00	10.1%	5.4%	93.1%	94.6%	2.12	99.52	0.00
9/7/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087-2	0.05	0.00	99.30	92.57	-	0.00	0.00	20.1%	3.1%	93.5%	84.2%	0.87	99.83	0.00
9/7/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087-3	0.03	0.06	99.43	98.05	-	0.00	0.00	6.1%	4.1%	94.9%	92.3%	1.40	99.51	0.00
9/8/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087-1	0.20	0.11	99.78	98.35	-	0.00	0.00	10.6%	6.0%	91.4%	94.7%	2.46	99.59	0.00
9/8/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087-2	0.19	0.00	99.34	94.47	-	0.00	0.00	17.1%	2.8%	94.6%	88.6%	0.95	99.57	0.00
9/8/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087-3	0.11	0.00	99.75	97.51	-	0.00	0.00	6.1%	4.3%	94.2%	94.2%	1.76	99.58	0.00
9/9/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087-1	0.17	0.06	99.49	98.67	-	0.00	0.00	10.5%	5.7%	90.9%	97.6%	2.11	99.53	0.00
9/9/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087-2	0.00	0.07	99.31	97.62	-	0.00	0.00	19.1%	2.9%	94.0%	93.5%	0.72	99.47	0.00
9/9/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087-3	0.12	0.05	99.38	98.37	-	0.00	0.00	6.8%	4.1%	89.9%	95.9%	1.16	99.33	0.00
9/10/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087-1	0.13	0.06	99.49	98.37	-	0.00	0.00	20.5%	6.7%	90.3%	98.6%	2.11	99.55	0.00
9/10/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087-2	0.00	0.07	99.34	95.62	-	0.00	0.00	12.1%	2.9%	91.0%	91.5%	0.63	99.82	0.00
9/10/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087-3	0.11	0.05	99.48	97.37	-	0.00	0.00	9.8%	6.1%	87.5%	97.9%	1.12	99.36	0.00
9/11/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087-1	0.39	0.00	99.00	97.59	-	0.01	0.00	3.6%	0.4%	98.4%	97.9%	2.25	99.62	0.00
9/11/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087-2	0.35	0.09	99.21	97.61	-	0.00	0.00	2.8%	0.3%	97.5%	90.1%	0.78	99.45	0.00
9/11/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087-3	0.39	0.13	99.40	98.02	-	0.00	0.00	1.9%	0.5%	98.3%	95.1%	1.25	99.15	0.00
9/12/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087-1	0.20	0.11	99.78	98.35	-	0.00	0.00	5.5%	0.2%	96.5%	94.7%	2.46	99.59	0.00
9/12/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087-2	0.19	0.00	99.34	94.47	-	0.00	0.00	6.1%	0.3%	96.2%	88.6%	0.95	99.57	0.00
9/12/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087-3	0.11	0.00	99.75	97.51	-	0.00	0.00	6.3%	0.4%	96.7%	94.2%	1.76	99.58	0.00
9/13/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087-1	0.17	0.06	99.49	98.67	-	0.00	0.00	4.6%	0.3%	96.7%	97.6%	2.11	99.53	0.00
9/13/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087-2	0.00	0.07	99.31	97.62	-	0.00	0.00	10.6%	0.3%	94.1%	93.5%	0.72	99.47	0.00
9/13/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087-3	0.12	0.05	99.38	98.37	-	0.00	0.00	5.2%	0.2%	97.5%	95.9%	1.16	99.33	0.00
9/14/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087-1	0.19	0.05	99.60	98.09	-	0.00	0.00	7.4%	0.3%	97.6%	97.5%	2.61	99.80	0.00
9/14/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087-2	0.05	0.00	99.59	99.22	-	0.00	0.00	1.3%	0.4%	97.6%	93.3%	0.90	99.41	0.00
9/14/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087-3	0.37	0.02	98.04	97.86	-	0.01	0.00	2.7%	0.6%	97.9%	94.7%	1.75	99.47	0.00
9/15/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.0	XYZ087-1	0.26	0.04	99.16	97.72	-	0.00	0.00	4.8%	0.5%	97.3%	96.5%	2.49	99.84	0.00
9/15/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.1	XYZ087-2	0.30	0.14	99.05	96.10	-	0.00	0.00	7.3%	0.4%	96.8%	92.8%	0.81	99.38	0.00
9/15/2010	23:59	IUE36.82_XYZ087_NUEVA_ESTACION.2	XYZ087-3	0.17	0.08	99.38	98.04	-	0.00	0.00	2.0%	0.6%	97.3%	94.0%	1.68	99.22	0.00

Tabla 6.12: Valores de KPIs que cumplen los umbrales de aceptación

Una vez demostrado que los valores de los KPIs cumplen satisfactoriamente los parámetros establecidos tanto en voz como en datos, se conoce que la estación no afectó a las demás estaciones de la red y que al mismo tiempo está funcionando correctamente lo que garantiza un correcto desempeño.

6.7.4.6.1. Curvas de desempeño.

a) Gráfica de canales de tráfico llevado “TCH Traffic Carried” de la nueva estación.

Un Erlang corresponde a la cantidad de tráfico que un TS puede transportar durante una hora, con una probabilidad de bloqueo determinada. El tráfico en el servicio de datos esta medido en kbps, el cual comparte el medio con el tráfico del servicio de voz.

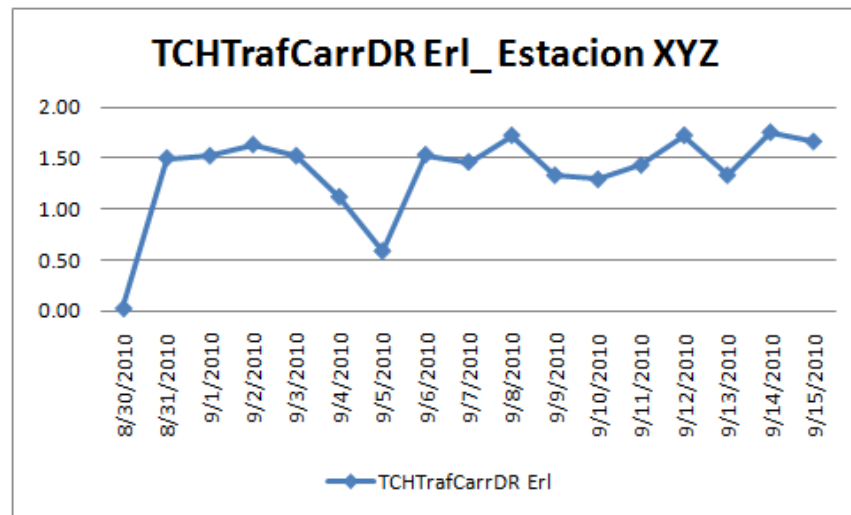


Figura 6.65: Estadísticas de TCH Traffic Carried promedio de la nueva estación

En la figura 6.65 se muestra el comportamiento en promedio de los tres sectores de la nueva estación designada con las siglas XYZ, indicando las estadísticas de los canales de tráfico llevado durante el intervalo del 30 de Agosto al 15 de Septiembre del 2010 mostrando que la estación cursa un tráfico de 1.4Erl aproximadamente distribuido en sus tres sectores.

b) Gráficas de canales de tráfico llevado “TCH Drop Rate” de la nueva estación.

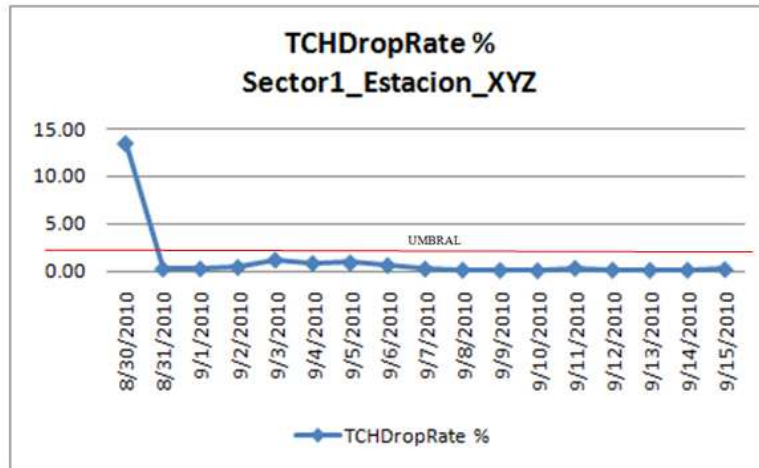


Figura 6.66: Estadísticas de TCH Drop Rate sector 1

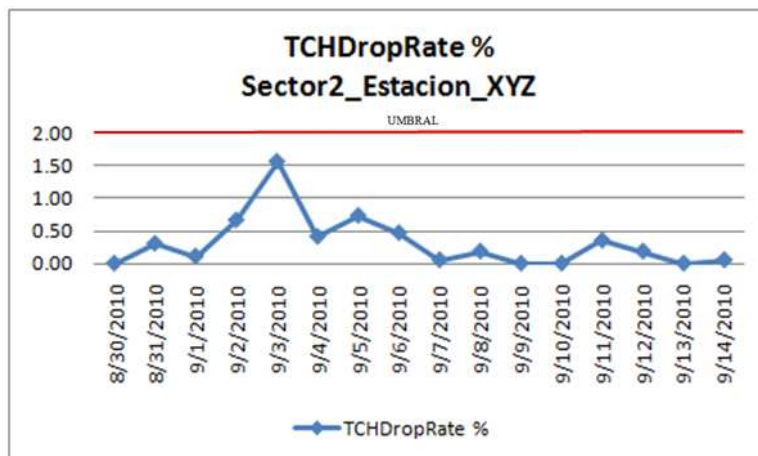


Figura 6.67: Estadísticas de TCH Drop Rate sector 2

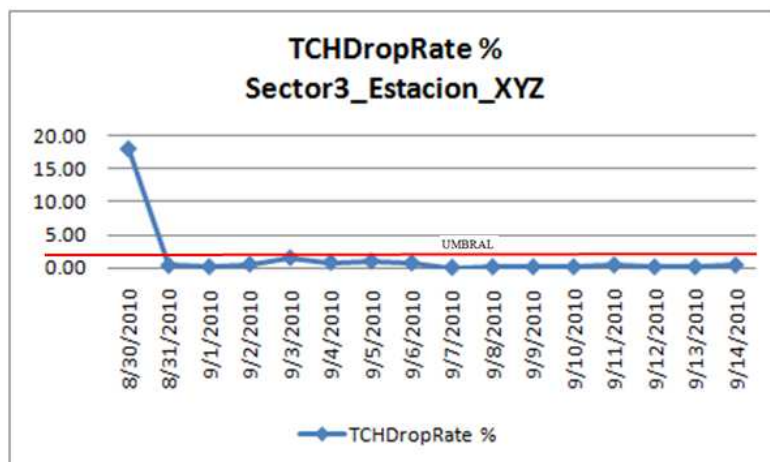


Figura 6.68: Estadísticas de TCH Drop Rate sector 3

En las figuras 6.66 a la 6.68 se muestra el comportamiento de la estación XYZ, indicando las estadísticas de la tasa de caídas de los canales de tráfico durante el intervalo del 30 de Agosto al 15 de Septiembre del 2010.

c) **Gráficas de canales de tráfico llevado “SDCCH Drop Rate” de la nueva estación.**

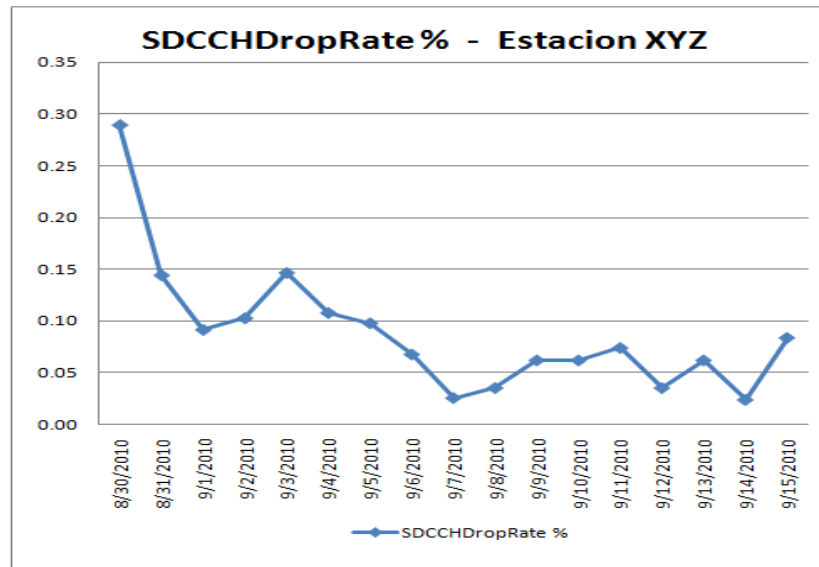


Figura 6.69: Estadísticas de SDCCH Drop Rate de la nueva estación.

En la figura 6.69 se muestra el comportamiento de la nueva estación designada con las siglas XYZ, indicando las estadísticas de tasa de caída de los canales de control dedicado autónomo “SDCCH Drop Rate” de los canales de tráfico llevado durante el intervalo del 30 de Agosto al 15 de septiembre del 2010 cumplen satisfactoriamente ya que los datos son menores a 3%.

d) Gráficas de las llamadas establecidas de la nueva estación.

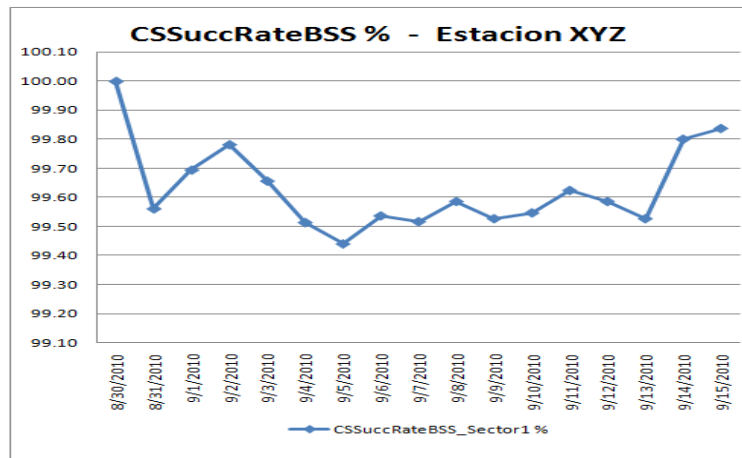


Figura 6.70: Estadísticas de CSSuccRateBSS sector 1

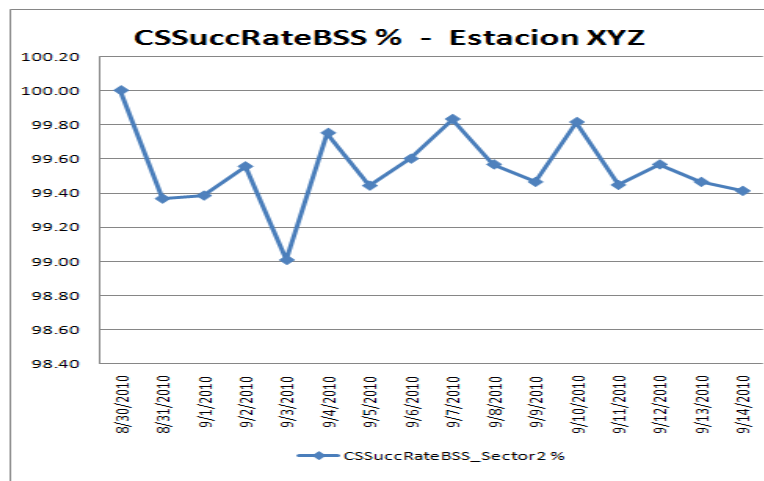


Figura 6.71: Estadísticas de CSSuccRateBSS sector 2

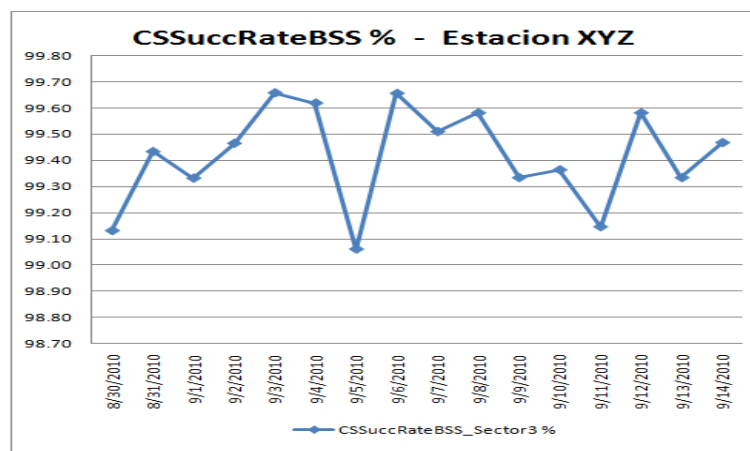


Figura 6.72: Estadísticas de CSSuccRateBSS sector 3

En las figuras 6.70 a la 6.72 se muestra el comportamiento de la estación XYZ, indicando las estadísticas de las llamadas establecidas durante el intervalo del 30 de Agosto al 15 de Septiembre del 2010, con lo que se observa que se cumple con el umbral requerido.

6.7.4.7. Verificación de Objetivos

La verificación de objetivos depende del tipo de estación que se encuentre en análisis de esta manera existe 3 tipos de estaciones como se indican a continuación.

a) Estaciones de Calidad.

La verificación de objetivos en estaciones de calidad se basará en:

- Datos obtenidos de las pruebas de Drive Test
- KPIs obtenidos del análisis estadístico.
- Validación puntual de los objetivos de calidad del diseño de la estación.

Esto puede incluir visitas a instalaciones de clientes, pruebas indoor, validación de continuidad de llamada, y cualquier prueba adicional que requiera ser llevada a cabo con la finalidad de demostrar que los objetivos de diseño de calidad se han cubierto.

b) Estaciones de Capacidad.

La verificación de objetivos en estaciones de capacidad se basará en:

- Datos obtenidos de las pruebas de Drive Test.
- KPIs obtenidos del análisis estadístico.
- Validación puntual de los objetivos de capacidad del diseño de la estación.

Esto incluye graficas históricas de tráfico de la nueva estación y de las estaciones antiguas en donde se demuestre que se ha captado el tráfico objetivo de diseño de la BTS.

c) Estaciones de Cobertura

La verificación de objetivos en estaciones de cobertura se basará en:

- Datos obtenidos de las pruebas de Drive Test.
- Validación puntual de servicio en zonas objetivo de diseño de las estaciones.

Esto puede incluir pruebas indoor, visitas a instalaciones a clientes, validación de continuidad de llamada en vías, y cualquier prueba adicional que requiera ser llevada a cabo con la finalidad de demostrar que los objetivos de diseño de cobertura se han cubierto.

En este caso al ser la estación instalada, una estación de cobertura, es importante tomar en consideración lo antes indicado, con la finalidad de cumplir al 100% los objetivos de diseño. Además tanto en los datos de drive test como en los datos estadísticos la estación está funcionando correctamente.

Los objetivos mandatorios de cobertura que se cumplieron en la estación celular instalada en la ciudad de Quevedo son:

- 1.- Garantizar cobertura indoor en el Centro Ferretero Fong.
- 2.- Garantizar cobertura indoor en Office Mundo 21.
- 3.- Garantizar cobertura indoor en el Banco Guayaquil
- 4.- Garantizar Cobertura indoor en el Municipio de Quevedo.

Para demostrar que se está cumpliendo con los objetivos de diseño es necesario hacer uso de teléfonos de ingeniería que permitan realizar llamadas y al mismo

tiempo mostrar niveles de señal existentes en los locales comerciales mencionados.

En las figuras 6.73 a la 6.76 se muestran las pruebas realizadas en el interior de los locales comerciales, tanto en modo idle como en llamada, demostrando que la nueva estación es el mejor servidor en los puntos requeridos con niveles de señal que garantizan el servicio indoor como se resume en la tabla 6.13.

Objetivo	Servidor	Modo	RxLevel	Cumplimiento
Casa Ferreteria Fong	XYZ087:2	Idle	-76.00 dBm	Si Cumple
	XYZ087:3	Dedicated	-82.00 dBm	Si Cumple
Office Mundo 21	XYZ087:2	Idle	-54.00 dBm	Si Cumple
	XYZ087:2	Dedicated	-82.00 dBm	Si Cumple
Banco de Guayaquil	XYZ087:1	Idle	-68.00 dBm	Si Cumple
	XYZ087:1	Dedicated	-84.00 dBm	Si Cumple
Municipio de Quevedo	XYZ087:1	Idle	-76.00 dBm	Si Cumple
	XYZ087:1	Dedicated	-75.00 dBm	Si Cumple

Tabla 6.13: Niveles Indoor en los sitios de Interés

Pruebas Indoor – Casa Ferreteria Fong.

The figure shows two side-by-side screenshots of a 'FieldTest' application. Each screenshot displays a list of signal quality parameters. The left screenshot shows data for carrier 243, and the right screenshot shows data for carrier 201. Both show 'Si Cumple' status for the 'RxLevel' parameter.

Parameter	Value (Left Screenshot)	Value (Right Screenshot)
FTD_SB_CARRIER	243	201
FTD_SB_BASIC	25	24
FTD_SB_CELL_ID	61087	62087
FTD_SB_RX_LEVEL	-76	-82
FTD_SB_RX_QUALITY	>	0
FTD_SB_CARRIER_1_N	231	243
FTD_SB_RX_LEVEL_1	-96	-95
FTD_SB_CARRIER_2_N	245	225
FTD_SB_RX_LEVEL_2	-97	-98

Figura 6.73: Pruebas Indoor – Casa Ferreteria Fong

Pruebas Indoor – Office Mundo 21.

The image shows two side-by-side screenshots of the FieldTest application. The left screenshot is titled 'Newdisplay (2/3)' and the right is 'Newdisplay (1/3)'. Both show a list of test parameters and their values.

Parameter	Value (Left)	Value (Right)
FTD_SB_CARRIER	243	201
FTD_SB_BASIC	25	25
FTD_SB_CELL_ID	61087	61087
FTD_SB_RX_LEVEL	-54	-82
FTD_SB_RX_QUALITY	>	0
FTD_SB_CARRIER_1_N	241	245
FTD_SB_RX_LEVEL_1	-69	-69
FTD_SB_CARRIER_2_N	245	241
FTD_SB_RX_LEVEL_2	-76	-77

Figura 6.74: Pruebas Indoor – Office Mundo 21

Pruebas InDoor – Banco de Guayaquil.

The image shows two side-by-side screenshots of the FieldTest application. The left screenshot is titled 'Newdisplay (2/3)' and the right is 'Newdisplay (1/3)'. Both show a list of test parameters and their values.

Parameter	Value (Left)	Value (Right)
FTD_SB_CARRIER	241	201
FTD_SB_BASIC	21	21
FTD_SB_CELL_ID	60087	60087
FTD_SB_RX_LEVEL	-68	-84
FTD_SB_RX_QUALITY	6	5
FTD_SB_CARRIER_1_N	223	243
FTD_SB_RX_LEVEL_1	-81	-59
FTD_SB_CARRIER_2_N	243	223
FTD_SB_RX_LEVEL_2	-91	-77

Figura 6.75: Pruebas Indoor – Banco de Guayaquil

Pruebas Indoor – Municipio de Quevedo.

The image shows two side-by-side screenshots of the FieldTest application. The left screenshot is titled 'Newdisplay (2/3)' and the right is 'Newdisplay (1/3)'. Both show a list of test parameters and their values.

Parameter	Value (Left)	Value (Right)
FTD_SB_CARRIER	241	201
FTD_SB_BASIC	21	21
FTD_SB_CELL_ID	60087	60087
FTD_SB_RX_LEVEL	-76	-75
FTD_SB_RX_QUALITY	>	0
FTD_SB_CARRIER_1_N	243	223
FTD_SB_RX_LEVEL_1	-73	-90
FTD_SB_CARRIER_2_N	223	231
FTD_SB_RX_LEVEL_2	-84	-90

Figura 6.76: Pruebas Indoor – Municipio de Quevedo

6.7.4.8. Elaboración de documento de Verificación de Objetivos - VOD.

Este documento describe los resultados de las mediciones de Drive Test realizados para verificar el desempeño de la NUEVA ESTACION, igualmente se incluye un detalle de las estadísticas obtenidas durante las semanas desde el 30 de Agosto al 15 de Septiembre de 2010.

Los Drive Test fueron desarrollados con un equipo TEMS. Se utilizaron 3 terminales Sony Ericsson W760i, siendo el MS1 el teléfono en llamada continua, el MS2 el teléfono en llamada corta (Duración 90 segundos), el MS3 el teléfono de Datos GPRS, y el EQ4 que es un escáner GSM 850 MHz con decodificación de Bsic.

a) Información de la Estación

Esta estación se encuentra ubicada en la ciudad de Quevedo en la provincia de Los Ríos, en el Centro Comercial Shopping Quevedo, calles Bolívar y Séptima. Después del proceso de Initial Tuning, la configuración del Sistema Radiante de la Nueva Estación queda como se muestra en los siguientes cuadros:

	Teórico	Instalado	Definitivo
Modelo de Antena	ODP-065R18BV/18KV	ODP-065R18BV/18KV	ODP-065R18BV/18KV
Altura de antena	17.8	18	18
Azímüt: (°)	10	10	10
Número de TRX 850	3	4	4
Número de TRX 1900	-	-	-
BCCH	-	241	241
Tilt Mecánico:	2	2	2
Tilt Eléctrico 850:	5	2	2
Tilt Eléctrico 1900:	0	0	0
Tipo de Combinador:	FDUAMCO 4:2	MFDUAMCO 4:2	MFDUAMCO 4:2
Reflectores instalados	-	-	-
Latitud WGS84	1° 01' 31" S	1° 01' 31.5" S	1° 01' 31.5" S
Longitud WGS84	79° 27' 58.8" W	79° 27' 58.6" W	79° 27' 58.6" W
Latitud UTM	9886635.003	9886619.644	9886619.644
Longitud UTM	670652.0658	670658.2417	670658.2417

Tabla 6.14: Sistema Radiante Sector 1

	Teórico	Instalado	Definitivo
Modelo de Antena	ODP-065R18BV/18KV	ODP-065R18BV/18KV	ODP-065R18BV/18KV
Altura de antena	14.2	14	14
Azimut: (°)	170	170	170
Número de TRX 850	3	4	4
Número de TRX 1900	-	-	-
BCCH	-	243	243
Tilt Mecánico:	2	2	2
Tilt Eléctrico 850:	2	2	2
Tilt Eléctrico 1900:	0	0	0
Tipo de Combinador:	FDUAMCO 4:2	MFDUAMCO 4:2	MFDUAMCO 4:2
Reflectores instalados	-	-	-
Latitud WGS84	1° 01' 31" S	1° 01' 31.5" S	1° 01' 31.5" S
Longitud WGS84	79° 27' 58.8" W	79° 27' 58.6" W	79° 27' 58.6" W
Latitud UTM	9886635.003	9886619.644	9886619.644
Longitud UTM	670652.0658	670658.2417	670658.2417

Tabla 6.15: Sistema Radiante Sector 2

	Teórico	Instalado	Definitivo
Modelo de Antena	ODP-065R18BV/18KV	ODP-065R18BV/18KV	ODP-065R18BV/18KV
Altura de antena	14.2	14	14
Azimut: (°)	210	210	210
Número de TRX 850	3	4	4
Número de TRX 1900	-	-	-
BCCH	-	245	245
Tilt Mecánico:	2	2	2
Tilt Eléctrico 850:	2	2	2
Tilt Eléctrico 1900:	0	0	0
Tipo de Combinador:	FDUAMCO 4:2	MFDUAMCO 4:2	MFDUAMCO 4:2
Reflectores instalados	-	-	-
Latitud WGS84	1° 01' 31" S	1° 01' 31.5" S	1° 01' 31.5" S
Longitud WGS84	79° 27' 58.8" W	79° 27' 58.6" W	79° 27' 58.6" W
Latitud UTM	9886635.003	9886619.644	9886619.644
Longitud UTM	670652.0658	670658.2417	670658.2417

Tabla 6.16: Sistema Radiante Sector 3

b) Gráficas del Área de Influencia:

Cobertura

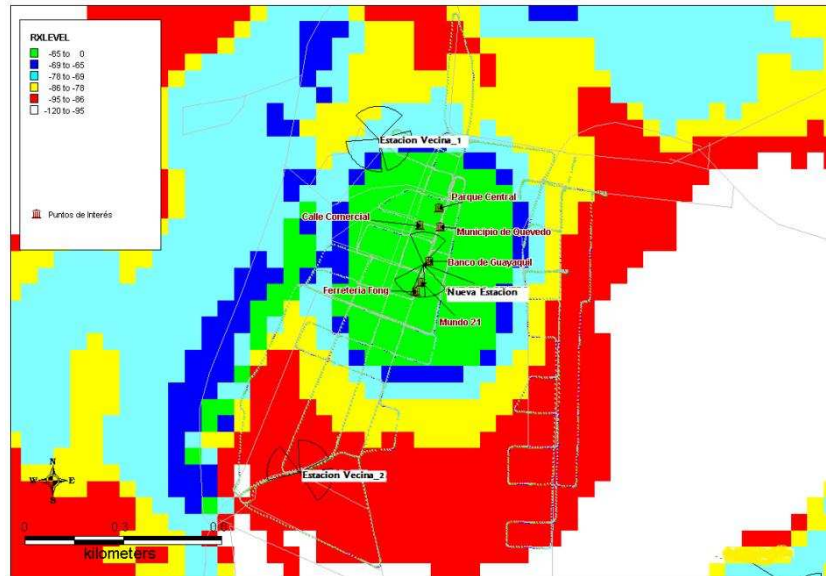


Figura 6.77: Mapa de cobertura de la estación

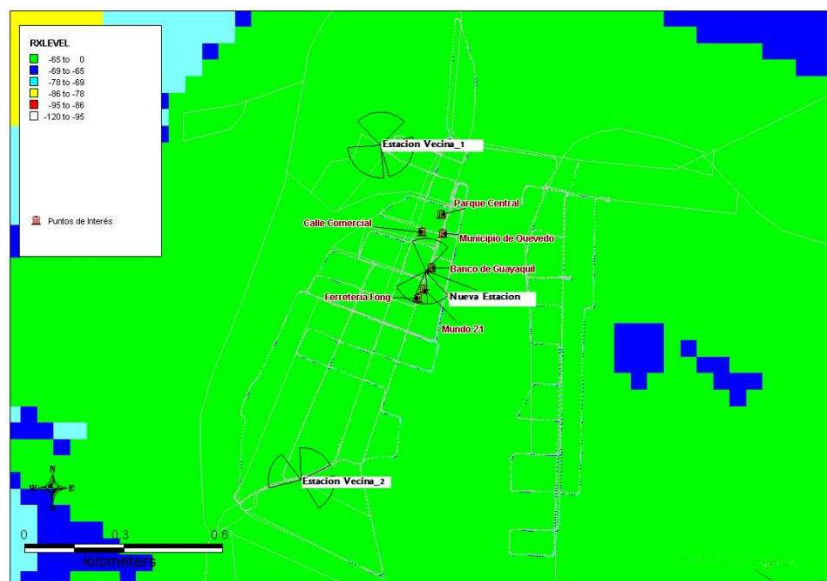


Figura 6.78: Mapa de cobertura con estaciones vecinas

La figura 6.77 muestra el radio de cobertura que presenta la estación instalada cubriendo principalmente los sitios de interés en cambio la figura 6.78 muestra una vista general de las estaciones instaladas en el sector por parte de la operadora; es decir todas las zonas que cubre la estación y sus vecinas.

c) Verificación de Resultados de drive test

Este ítem presenta los resultados de las mediciones de Drive Test realizadas para la Nueva Estación, el día 31 de Agosto del 2010.

Indicador Drive Test	Llamada Larga	Llamada Corta	Global
Muestras menor a 1%	51250	45156	96406
Total de muestras	52268	46230	98498
FER DL(% FER<1%)	98.05%	97.68%	97.88%
Solicitudes de Acceso	2	28	30
Accesos Fallidos	0	0	0
% Acceso Fallido	0.00%	0.00%	0.00%
Llamadas Establecidas	2	28	30
Llamadas Caídas	0	0	0
% Llamadas Caídas	0.00%	0.00%	0.00%
Solicitudes de Handover	79	54	133
Handover Completados	79	53	132
% Handovers Exitosos	100.00%	98.15%	99.25%

Tabla 6.17: Resumen de Estadísticas de Drive Test

Como muestra la tabla 6.17 los indicadores de drive test cumplen satisfactoriamente los parámetros de aceptación, por lo que se concluye que la estación durante el drive test no genero problemas.

d) Valores de KPI

Nueva Estación (Valores correspondientes al día 13 de Septiembre de 2010)

KPI del Sistema	XYZ087:1 (%)	XYZ087:2 (%)	XYZ087:3 (%)	Cumple/No Cumple
TCH Drop Rate	0.2%	0.00%	0.12%	Sí cumplen
SDCCH Drop Rate	0.06%	0.07%	0.05%	Sí cumplen
IntraCellHOSuccessRate	99.5%	99.31%	99.38%	Sí cumplen
InterCellHOSuccessRate	98.7%	97.62%	98.37%	Sí cumplen
InterBSCHOSuccessRate	-	-	-	No Aplica
Drop Handover Rate	0.3%	0.00%	0.00%	Sí cumplen
SDCCH Loss rate	0.0%	0.00%	0.00%	Sí cumplen
TBFDropRate DL	4.6%	10.60%	5.20%	Sí cumplen
TBFDropRate UL	0.3%	0.30%	0.20%	Sí cumplen
TBFestSuccRate DL	96.7%	94.1%	97.5%	Sí cumplen
TBFestSuccRate UL	97.6%	93.5%	95.9%	Sí cumplen
CSSuccRateBSS%	99.5%	99.5%	99.3%	Sí cumplen
TCH Assignment failure Rate	0.0%	0.0%	0.0%	Sí cumplen
FER UL (% FER<1%)	98.5%	99.0%	99.1%	Sí cumplen

Tabla 6.18: Resumen de KPI del Sistema

Como se puede observar en la tabla anterior, los KPIs cumplen satisfactoriamente los umbrales de aceptación posterior a la ejecución del CR sugerido.

e) Clasificación de la estación

Estación	Clasificación
Nueva Estación	Calidad

Tabla 6.19: Tipo de estación

f) Puntos de Interés

La siguiente tabla muestra un resumen de los sitios de interés donde se requería mejorar los niveles de señal, indicando su ubicación, tipo de señal requerida en todos los casos indoor, un comentario del sitio y el servidor que está cubriendo dicho lugar en todos los casos el mejor servidor es la estación instalada.

Mejor_servidor	Longitud	Latitud	Punto_de_Interes	Indoor	Comentario
XYZ087:2	-79.4661667	-1.0251944	Banco de Guayaquil	X	Una de las instituciones más importantes del sector. Ubicada en calle Bolívar.
XYZ087:2	-79.4663800	-1.0257500	Office Mundo 21	X	Librería muy concurrida por los habitantes. Ubicada en la calle Bolívar.
XYZ087:2 XYZ087:3	-79.4665200	-1.0259900	Casa Ferreteria Fong	X	Local comercial importante, sus accesos están en la calle Bolívar y en la 7 de Octubre.
XYZ087:1	-79.4658611	-1.0242500	Municipio de Quevedo	X	Principal institución de Quevedo, ubicado en el centro de la ciudad.

Tabla 6.20: Puntos de interés cubiertos por LA NUEVA ESTACION

g) Verificación de Objetivos.

Con la implementación de la Nueva Estación se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

Mandatorios:

- 1.- Garantizar cobertura indoor en el Casa Ferreteria Fong. Sí cumple.
- 2.- Garantizar cobertura indoor en Office Mundo 21. Sí cumple.
- 3.- Garantizar cobertura indoor en el Banco de Guayaquil. Sí cumple.

4.- Garantizar cobertura indoor en el Municipio de Quevedo. Sí cumple.

La Nueva Estación es el mejor servidor en los puntos requeridos con niveles de señal que garantizan el servicio indoor como se resume en la siguiente tabla.

Objetivo	Servidor	Modo	RxLevel
Casa Ferreteria Fong	QCN087:2	Idle	-76.00 dBm
	QCN087:3	Dedicated	-82.00 dBm
Office Mundo 21	QCN087:2	Idle	-54.00 dBm
	QCN087:2	Dedicated	-82.00 dBm
Banco de Guayaquil	QCN087:1	Idle	-68.00 dBm
	QCN087:1	Dedicated	-84.00 dBm
Municipio de Quevedo	QCN087:1	Idle	-76.00 dBm
	QCN087:1	Dedicated	-75.00 dBm

Tabla 6.21: Niveles de señal de los Puntos de interés

h) Comentario Final

De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas de Drive Test, y a las estadísticas que constan en este documento, se demuestra que los objetivos de diseño se cumplen y los umbrales de aceptación de la estación se superan exitosamente.

BIBLIOGRAFIA Y LINGÜOGRAFIA

- [1] <http://www.melodiasmoviles.com/documentacion/red-gsm.php>
- [2] [http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Tecnologias%20de%20banda%20angosta/Sistemas%20de%20comunicaciones%20m%F3viles%20\(GSM\).pdf](http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Tecnologias%20de%20banda%20angosta/Sistemas%20de%20comunicaciones%20m%F3viles%20(GSM).pdf)
- [3] Regis J.(Bud) Bates; GPRS(General Packet Radio Service) Quebecor/Martinsburg, 2002; ISBN: 0-07-138188-0
- [5] http://www.tecnologiahechapalabra.com/tecnologia/glosario_tecnico/articulo.asp?i=788
- [6] <http://www.slideshare.net/JENNY53/karol-3445620>
- [8] <http://es.wikipedia.org/wiki/GMSK>
- [9] <http://es.wikipedia.org/wiki/Itinerancia>
- [10] <http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:zcLIA>
- [11] <http://tesis.pucp.edu.pe/files/PUCP000000001074/Optimizaci%F3n%20de%20la%20zona%20centronorte%20de%20la%20red%20GSM%20de%20un%20operador%20m%F3vil%20en%20lima%20a%20nivel%20radio.pdf>
- [12] <http://es.wikipedia.org/wiki/PAL>
- [14] <http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/123456789/768/3/T10526CAP3.pdf>
- [15] <http://es.wikipedia.org/wiki/Acimut>
- [16] <http://www.802.16.2.2004.IEEERecommendedPracticeforLocalandMetropolitanAreaNetworks>.
- [17] Curso de Planificación y Optimización de Redes GSM, dictado por el Ingeniero Jorge Zambrano, Nokia Siemens.
- [18] <http://www.eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb0636/pdf>
- [20] http://en.wikipedia.org/wiki/Path_loss

- [21] <http://www.radio-electronics.com/info/propagation/path-loss/link-budget-calculation-formula-equation.php>
- [22] 802.16.2-2004. IEEE Recommended Practice for Local and Metropolitan Area Networks. Coexistence of Fixed Broadband Wireless Access Systems.
- [23] http://www.google.com.ar/#hl=es&q=PERFORMANCE+DE+ESTACIONES+CELULARES%2B+CAP+1%2BPOLITECNICA&aq=&aqi=&aql=&oeq=PERFORMANCE+DE+ESTACIONES+CELULARES%2B+CAP+1%2BPOLITECNICA&gs_rfai=&fp=7a07fc83fd087441
- [24] <http://dSPACE.epn.edu.ec/bitstream/123456789/768/3/T10526CAP3.pdf>
- [25] <http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&u=http://archive.ericsson.net/service/internet/picov/get%3FDocNo%3D28701FAP9010495&ei=t76KTOWZKYP6lwf68jiCw&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=8&ved=0CD8Q7gEwBw&prev=/search%3Fq%3Dtems%2Bdrive%2Btest%26h1>
- [26] <http://extranet.mapinfo.com/support/documentation/manuals.cfm>
- [27] MUÑOZ VALDEBENITO Marco Antonio, “METODOLOGÍAS, CRITERIOS Y HERRAMIENTAS PARA LA PLANIFICACIÓN DE REDES INALÁMBRICAS”, Santiago de Chile, 2007.
- Kamil Sh. Zigangirov, THEORY OF CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION, IEEE Press Series on Digital & Mobile Communication, 2004.
- Xin Zhou, Jimena Martinez, Llorente Devendra, Prasad Haibo, Wang François, Delawarde Gwénaél Coget, “ALLOCATION OF RADIO RESOURCES TO PACKET SWITCHED TRAFFIC IN GPRS-LIKE NETWORKS” June 1, 2004.
- R. Bates, “BROADBAND TELECOMMUNICATIONS HANDBOOK”. 2nd Edition, McGraw Hill, USA 2002.

GLOSARIO

1G	First Generation
2G	Second Generation
3G	Third Generation
A	
AC	Corriente Alterna
AGCH	Access Grant Channel
APN	Access Point Name
AR	Access Request
ARFCN	Absolute Radio Frequency Channel Number
AuC	Authentication Center
B	
BB2	Dual Baseband
BER	Bit Error Rate
BS	Base station
BSIC	Base Station Identification Code
BSS	Base Station Subsystem
BSC	Base Station Controller
BTS	Base Transceiver Station
BOIA	Base Operation and Interfaces
C	
CCH	Control Channels
CCCH	Common Control Channel
CDMA	Code Division Multiple Access
CI	Cell Identity
C/I - CIR	Carrier/Interference
CM	Communication Management
CR	Change Request
CS	Circuit Switched
CS	Coding Scheme

CSR	Call Success Rate
D	
dB	Decibeles
DC	Corriente Directa
DCR	Dropped Call Rate
DCCH	Dedicated Control Channel
DDO	Documento de Definición de Objetivos
DDU	Dual Duplex
DL	Down Link
DPCCH	Dedicated Physical Control Channel
DPDCH	Dedicated Physical Data Channel
DT	Drive Test
E	
EDGE	Enhanced Data Rates for Global Evolution
EGPRS	Enhanced General Packet Radio System
EIR	Equipment Identity Register
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
F	
FACCH	Fast Associated Control Channel
FCCH	Frequency Correction Channel
FDMA	Acceso Múltiple por División de Frecuencia
FER	Frame Error Rate
FR	Full Rate
FTP	File Transfer Protocol
G	
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying
GPRS	General Packet Radio System
GPS	Global Positioning System
GRX	Ganancia de antena del receptor

GSM	Global System for Mobile Communications
GSN	GPRS Support Node
GTX	Ganancia de antena del transmisor
H	
HLR	Home Location Register
HO	Handover
HR	Half Rate
HSN	Hopping Sequence Number
HSR	HO Success rate
HW	Hardware
I	
IMEI	International Mobile Equipment Identity
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
IP	Internet Protocol
IPv4	Internet Protocol version 4
IPv6	Internet Protocol version 6
ISDN	Integrated Services Digital Network
IT	Initial Tuning
ITU	International Telecommunication Union
K	
KPI	Key Performance Indicators
L	
LAC	Location Area
LFS	Pérdida de espacio libre
LP	Diversas pérdidas de propagación de la señal
LRX	Alimentador del receptor y pérdidas asociadas
LTX	Alimentador del transmisor y pérdidas asociadas
M	
MAC	Medium Access Control

MAPL	Maxim path loss
MCS	Modulation and Coding Scheme
ME	Mobile Equipment
MHA	Masthead Amplifier
MM	Mobility Management
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Services Switching Centre
N	
NSS	Network and Switching Subsystem
O	
OSI	Open System Interconnection
O&M	Sistema de Operacion y Mantenimiento
OT	Orden de Trabajo
P	
PC	Power Control
PCCCH	Packet Common Control Channel
PCU	Packet Control Unit
PCH	Paging Channel
PDP	Packet Data Protocol
PDU	Protocol Data Unit
PRX	Potencia de Transmisión
PTX	Potencia de Recepción
Q	
QoS	Quality of Service
R	
RACH	Random Access Channel
RF	Radio Frecuencia
RLC	Radio Link Control
RRM	Radio Resource Management

RTC	Remote Tune Combiner
RVS	Radio Verification Site
RX	Recepción
RXLEV	Received Signal Level
RXQUAL	Received Signal Quality
S	
SACCH	Slow Associated Control Channel
SCH	Synchronisation Channel
SDCCH	Stand alone Dedicated Control Channel
SGSN	Serving GPRS Support Node
SIM GSM	Subscriber Identity Module
SNR	Signal to Noise Ratio
T	
TA	Timing Advance
TBF	Temporary Block Flow
TCH	Traffic Channel
TCP	Transport Control Protocol
TDMA	Time Division Multiple Access
TFI	Temporary Flow Identity
TMA	Tower Mounted Amplifier
TRAU	Transcoder/Rate Adapter Unit
TRHO	Traffic Reason Handover
TRX	Transceiver
TSL / TS	Timeslot
TX	Transmisión
U	
UL	Uplink
Um	U mobile
UMTS	Universal Mobile Telecommunication services

V

VLR	Visiting Location Register
VOD	Verification Document Objectives
VSWR	Bias Tee

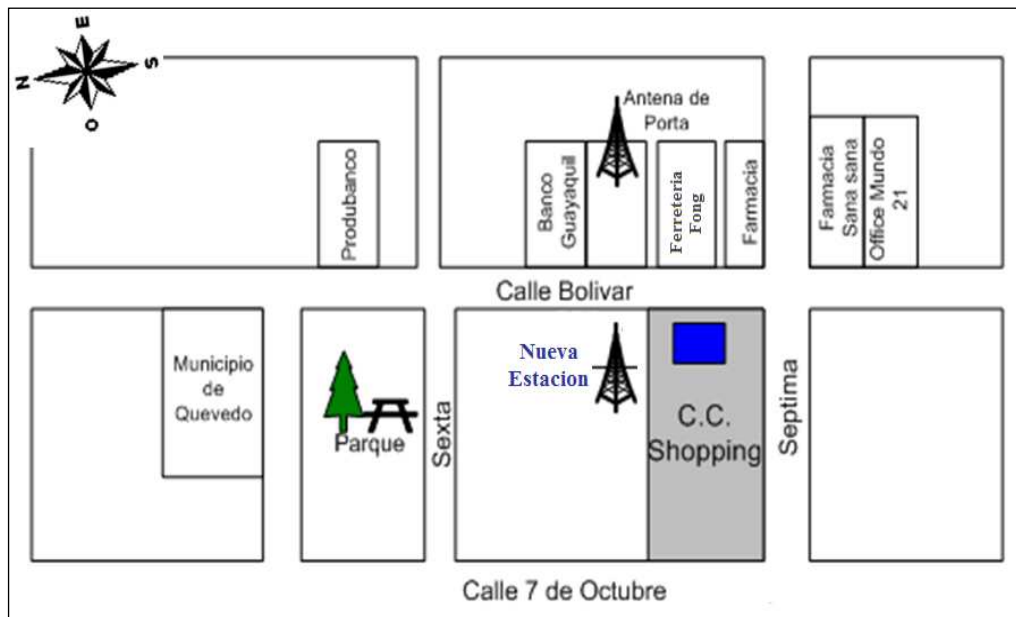
W

WAP	Wireless Application Protocol
WBC	Wideband Combiner
WCDMA	Wideband CDMA
WWW	World Wide Web

X

X.25	ITU-T Protocol for Packet Switched Network
-------------	--

ANEXO 1
CROQUIS DE ACCESO Y FOTOGRAFÍA
DE LA ESTACIÓN



Acceso a la Estación



Fotografías del interior y exterior de la Estación

ANEXO 2

**FOTOGRAFÍAS DEL TERRENO
CONTRATADO PARA LA INSTALACIÓN.**



Espacio disponible para instalar los equipos.



Espacio donde se colocará antena del Sector 1



Espacio donde se colocará antena del Sector 2



Espacio donde se colocará antena del Sector 3

ANEXO 3
INFORMACIÓN TÉCNICA DE LA
ESTACIÓN.

INFORMACION TECNICA

NUEVA ESTACION

Nombre: NUEVA ESTACION

Sigla: XYZ

Ubicación:

Latitud : 1° 1' 31" S
Longitud: 79° 27' 58.8" W
ASNM : 62 m

Población/Cantón: QUEVEDO **Provincia:** LOS RIOS

Dirección: Centro Comercial Shopping Quevedo, calles Bolívar y Séptima.

Conectado a:

MGW

MGWCUE1

BSC

BSCCUE36

Tipo de Estación:

BTS CDMA

E-Micro GSM BS82

Macro GSM

O/I/M: OUTDOOR

Configuración:

Omnidireccional

Sectorizada

Número de Sectores

3

Sector #	1	2	3
Tipo de Antena: (modelo #)	ODP-065R18BV/18KV	ODP-065R18BV/18KV	ODP-065R18BV/18KV
Ganancia de Antena (dBi)	17	17	17
Ancho de Lóbulo	65	65	65
Altura de la antena (m) (a la parte baja de la antena)	17.8	14.2	14.2
Azimut: (°)	10	170	210
TRX 850 / sector	3	3	3
TRX 1900 / sector			
Banda de Frec: 850/1900			
BCCH			
EIRP: (número)	56.4	56.4	56.4
Tilt Mecánico:	2	2	2
Tilt Eléctrico 850:	5	2	2
Tilt Eléctrico 1900:	0	0	0
Longitud del Cable (m)	27.8	24.2	24.2
Tipo de Combinador:	FDUAMCO 4:2	FDUAMCO 4:2	FDUAMCO 4:2
Tamaño de la Antena:(LxAxA) (m)	2615 x 265 x 141	2615 x 265 x 141	2615 x 265 x 141
Peso de la Antena	25 Kg	25 Kg	25 Kg

ANEXO 4

MODELO DE ANTENA INSTALADA

Outdoor Directional Panel Antenna

ODP-065R17BV/18KV

Comba

Features and Product Description

- Dual band and dual polarized design for 806-960MHz and 1710-2170MHz.
- Continuously adjustable Variable Electrical Tilt (VET).
- Polarization diversity reduces number of antennas per site.
- High isolation between bands.
- Beam-shape features improve the coverage performance.
- Optional with two connectors version – built-in diplexer.

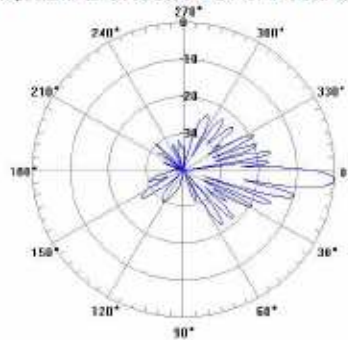


Technical Specifications

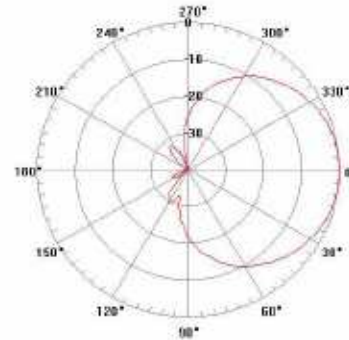
Electrical						
Frequency Range	MHz	806-896	870-960	1710-1880	1850-1990	1920-2170
Gain	dBi	16.1	16.3	17.7	18.0	18.3
Polarization	deg	± 45				
Beamwidth	Vertical	9			6	
	Horizontal	65			65	
1st Upper Sidelobe Suppression	dB	> 18			> 18	
Front-To-Back Ratio	dB	> 28				
Cross-polar Discrimination	dB	> 17 (At boresight 0 deg)				
Variable Electrical DownTilt	deg	0 - 10		0 - 7		
VSWR		≤ 1.5:1				
Isolation Between Ports/Bands	dB	> 30 / > 40				
3rd Order IM @ 2 x 43 dBm	dBc	≤ -150				
Maximum Power Per Port	W	500		250		
Impedance	Ω	50				
Lightning Protection		Direct Ground				
Mechanical						
Dimensions, H x W x D	mm	2000 x 265 x 141				
Weight	kg	20				
Radome Material and Color		UV Resistant PVC, Light Grey, RAL7035				
Mount (Kit)		SJA-B-12R				
Reflector Material		Aluminum				
Connector Type and Location		2 or 4 x 7/16 DIN-Female, Bottom				
Operational Temperature	°C	-55 to +70				
Operational Humidity	%	≤ 95				
Survival Wind Speed	km/h	200				
Shipping Dimensions, H x W x D	mm	2245 x 335 x 230				
Shipping Weight	kg	27				

Antenna Patterns

Radiation patterns taken at 1850MHz with 4° electrical downtilt



Vertical Pattern



Horizontal Pattern

Information contained in this document is subject to confirmation at time of ordering.
<http://www.comba-telecom.com>

Issued: 22May08
 Control: 0-0-0

ANEXO 5

KIT DE MONTAJE DOWN TILT

**Kit de Montaje
872 006 / MK3**

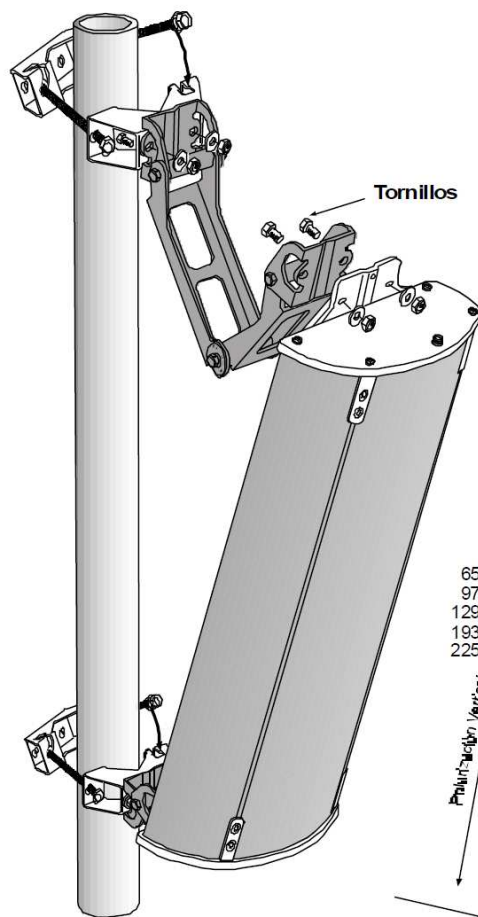
KATHREIN
MOBILCOM BRASIL

1 Downtilt Kit Simple y 2 Abrazaderas

MK3 - Kit de montaje contiendo 1 Downtilt Kit Simple y 2 Abrazaderas

Modelo	Diámetro del Mástil	Código	Peso Aproximado del Kit	Ítem de Suministro
MK3	50 - 115 mm	872 006	4,5 kg	Un: 737 974 BR Dos: 738 546 BR

Obs: Utilizado en antenas paneles de polarización vertical con altura hasta 2254 mm y en la serie de antenas paneles de polarización cruzada hasta 2580 mm



Ángulo de Downtilt

Altura de la Antena	Ángulo de Downtilt
654	0° - 30°
974	0° - 21°
1294	0° - 16°
1934	0° - 11°
2254	0° - 9°

654
974
1294
1934
2254

Polarización Vertical

654
1296
1936
2256
2280

Polarización Cruzada

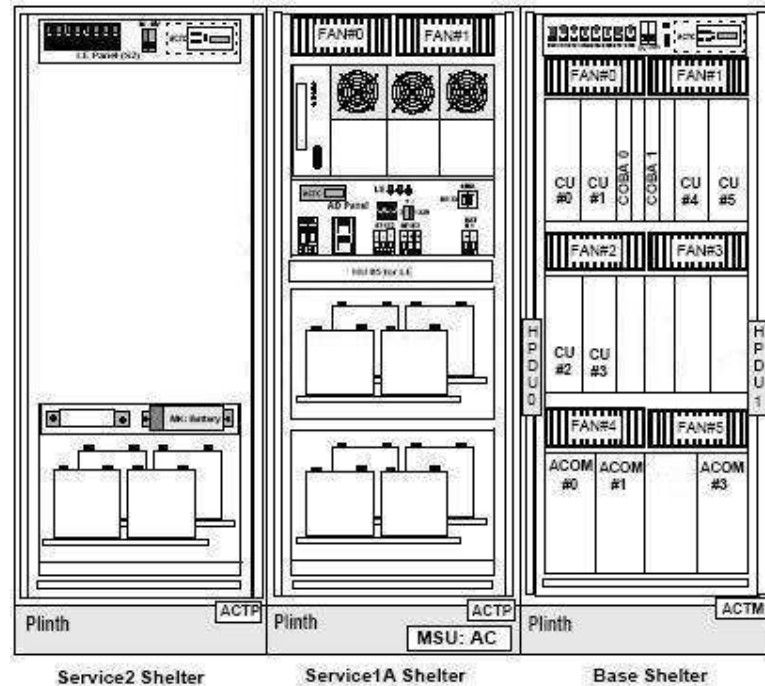
108303011B

ATENCIÓN: Fije correctamente las antenas utilizando los soportes que se encuentran en las extremidades, cualquier alteración u otra forma de fijación implica la pérdida de la garantía.

ANEXO 6

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO OUTDOOR

Los equipos a instalar en la infraestructura del Edificio, consta de 3 gabinetes, detallados a continuación:

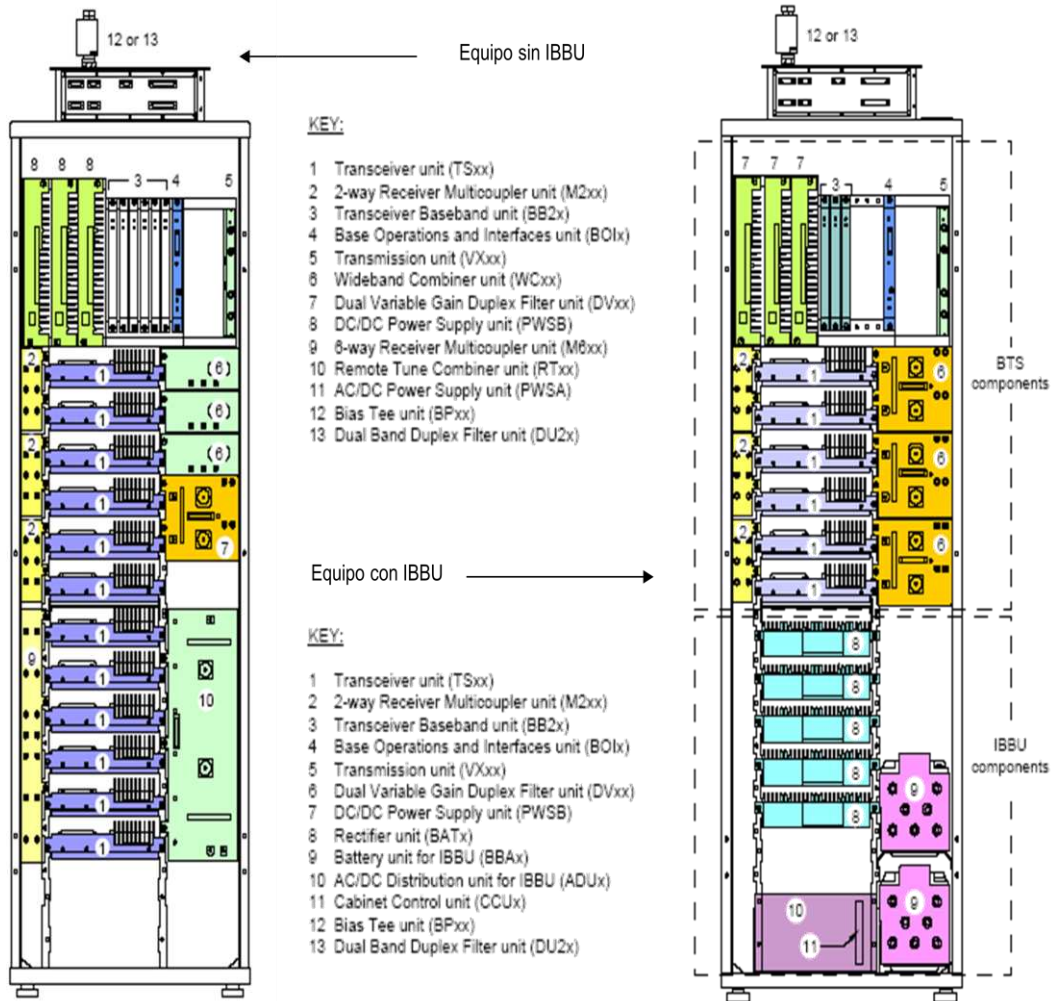


Base Rack.- Es un gabinete que tiene como dimensiones 175cm x 70cm x 65cm. Contiene la parte electrónica para el servicio celular. Su peso, en una configuración máxima de radios, es de 250 Kg y su uso no es opcional.

Service 1 Rack.- Este gabinete tiene como dimensiones 175cm x 70cm x 65cm y se constituye en el principal gabinete de alimentación DC. Su uso no es opcional. Contiene en su interior un máximo de 6 rectificadores AC/DC y hasta 2 bancos de baterías con capacidad de 92 Ah cada uno. El peso total de este gabinete es de 420 Kg.

Service 2 Rack.- Es un gabinete con dimensiones 175cm x 70cm x 65cm. Contiene un panel de distribución DC y un grupo de 4 baterías con capacidad de 85 Ah. Su peso es de 225 Kg.

ANEXO 7
ELEMENTOS DE UN GABINETE NOKIA
ULTRASITE EDGE BTS



ANEXO 8

FOTOGRAFIAS DE LOS ELEMENTOS

QUE SE ENCUENTRAN INSTALADOS EN

LA ESTACION



Recorrido de las guías de Onda



Microondas



Rack de Baterias



Banco de Baterias

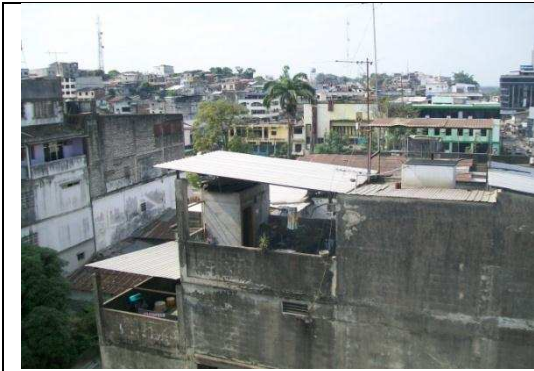


UMTS



Extintor

ANEXO 9
FOTOS PANORAMICAS DE LA
ESTACION.
(Tomadas con un intervalo de 30 grados)



0° / 360°



30°



60°



90°



120°



150°



180°



210°



240 °



270 °



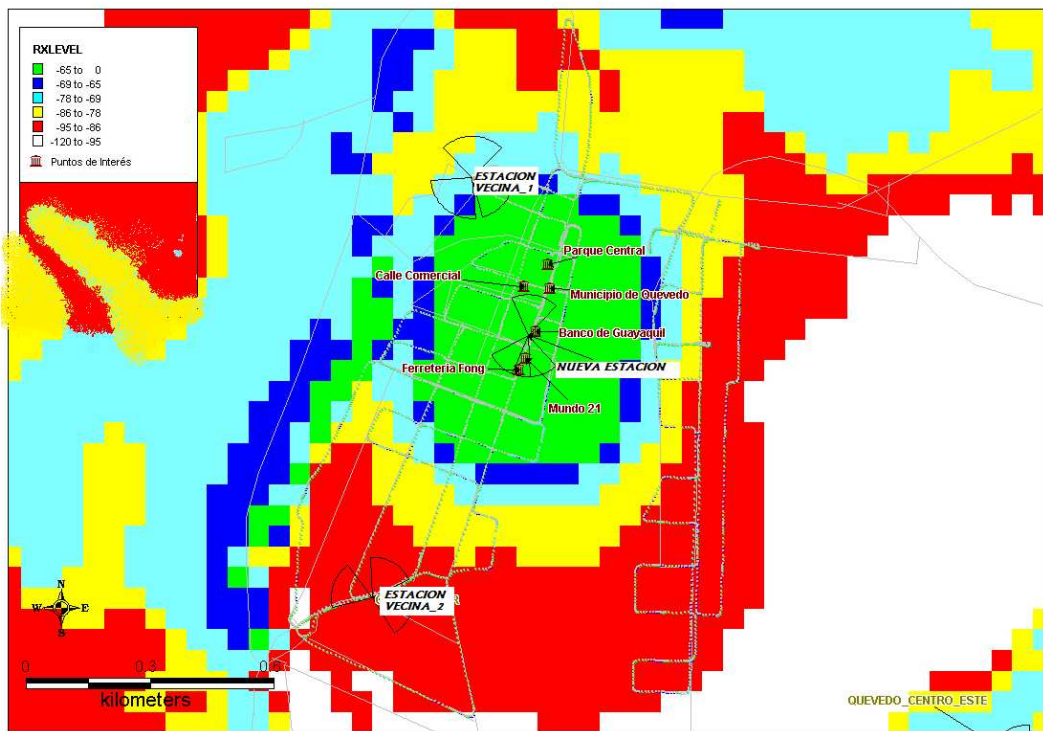
300 °



330 °

ANEXO 10

PLOT PROPAGACIÓN



ANEXO 11

UMBRALES DE KPI'S

De acuerdo a lo establecido por la operadora de telefonía celular los umbrales de aceptación por tipo de celda son:

KPI	Urbano	Suburbano	Rural
TCH Drop Rate	≤2%	≤3%	≤5%
SDCCH Drop Rate	≤3%	≤3%	≤3%
IntraCellHOSuccessRate	≥96%	≥92%	≥90%
InterCellHOSuccessRate	≥94%	≥90%	≥80%
InterBSCHOSuccessRate	≥90%	≥85%	≥75%
Drop Handover Rate	≤2%	≤5%	≤7%
TCH Assignment Failure Rate	≤2%	≤2%	≤2%
SDCCH loss rate	≤1%	≤1%	≤1%
FER UL(% FER<1%)	≥90%	≥88%	≥85%
CSSuccRateBSS	≥97%	≥97%	≥97%

Umbrales de servicio de voz

KPI		Total Red
Uplink	TBFDropRate	≤2.5%
	TBFEstSuccRate	≥92%
Downlink	TBFDropRate	≤18%
	TBFEstSuccRate	≥92%

Umbrales de servicio de datos

ANEXO 12
PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DE
LINK BUDGET

Datos para Link Budget

Band	850 Mhz	900 Mhz	1800 Mhz	1900 Mhz	Unit
TX Output Power MS	33	33	30	30	dBm
TX Output Power BTS	Power TRX HP or MP 44.5, 45, 47, 43 etc				

Feeder Loss	850 Mhz	900 Mhz	1800 Mhz	1900 Mhz	Unit
LCF 1/2"	6.5	6.8	9.9	10.1	dB/100m
LCF 7/8"	3.8	3.9	5.7	5.9	dB/100m
LCF 1 1/4"	2.7	2.8	4.2	4.3	dB/100m
LCF 1 5/8"	2.3	2.3	3.6	3.7	dB/100m

Jumper Loss + Connectors	850 Mhz	900 Mhz	1800 Mhz	1900 Mhz	Unit
1m	0.146	0.146	0.195	0.195	dB
2m	0.25	0.25	0.35	0.35	dB
3m	0.358	0.358	0.505	0.505	dB

Splitter Loss	3	dB
---------------	---	----

Slant Polarization Loss	3	dB	solo en rural
-------------------------	---	----	---------------

Isolator+combiner+filter losses	3.5	dB
---------------------------------	-----	----

Connector Loss solo	0.02	dB
---------------------	------	----

Body Loss		
MS	3	dB
BTS	3	dB

Slow Fading Margin	Densi Urban	Urban	Residential	Suburban	Rural	Unit
Coverage Probability 50%	0	0	0	0	0	dB
Coverage Probability 80%	1.1	1	0.4	0.2	0	dB
Coverage Probability 85%	2.8	2.7	1.9	1.4	1.1	dB
Coverage Probability 90%	5	4.8	3.8	3	2.7	dB
Coverage Probability 95%	8.1	7.8	6.5	5.4	5	dB
Coverage Probability 98%	11.5	11.2	9.5	8	7.6	dB

Penetration Margin indoor	Densi Urban	Urban	Residential	Suburban	Rural	Unit
850 900 1800 18900 indoor	15 - 18	15	10 - 12	3	0	dB

Interference Margin		
MS	3	dB
BTS	3	dB

MS antenna height	1.5	m
--------------------------	-----	---

Penetration Margin indoor	6	dB
----------------------------------	---	----

Factor de Okumura	
Densi Urban	0
Urban	5
Residential	7
Suburban	10
Rural	17

Clutter factor			
Densi Urban	0	dB	Perdidas
Urban	3	dB	Perdidas
Residential	5	dB	Perdidas
Suburban	8	dB	Perdidas
Rural	19	dB	Perdidas

RX Sensitivity		
BTS	-111	dB
MS	-102	dB

Antenna Diversity Gain		
Urban, Dense Urban	6	dB
Residential, Suburban	5	dB
Rural	3.5	dB

TMA Intertion Loss	0.5	dB
TMA Contribution	4.5	dB

Dif between dBd and dBi	$dBi = dBd + 2.15$	
Antenna Gain BTS	>10	dBi
Antenna Gain MS	-2 or 0	dB

ANEXO 13
SISTEMAS DE SEGURIDAD EN TORRES
DE TELECOMUNICACIONES

SISTEMAS DE SEGURIDAD EN TORRES DE TELECOMUNICACIONES

La seguridad del trabajo en las torres es una suma de buenas condiciones y prácticas adecuadas; las torres de telecomunicaciones deben contar con ciertos elementos que permitan disminuir el riesgo de caída. Así, aparece como elemento primordial la línea de vida vertical, cuya función es asegurar el ascenso y descenso de los trabajadores en la torre. Sin embargo, este elemento no es el único, le siguen en importancia las plataformas de descanso, las barandas y las líneas horizontales.

1. LÍNEAS DE VIDA VERTICALES EN TORRES

Los sistemas guardacuerpos no serán aceptados como sistemas de protección en tránsito vertical en torres de telecomunicaciones; su instalación o existencia no garantizan una adecuada protección contra caídas de los trabajadores. Además, el costo asociado a su diseño, construcción e instalación supera el de la instalación de una línea de vida vertical certificada.

La instalación de líneas de vida verticales en las torres y monopolos garantiza la seguridad de los trabajadores desde el comienzo y durante todo el proceso de ascenso y descenso. Las líneas de vida verticales serán sistemas debidamente asegurados a la escalerilla de la torre y deberán cumplir con la normativa existente.

En las torres autoportadas, las líneas de vida deben estar aseguradas en su parte superior a mínimo tres peldaños de la escalera y deberán prolongarse sobre la plataforma o zona superior de la torre,



Figura de instalación de una línea de vida vertical en su parte superior y fotografía de línea de vida vertical.

con el fin de que acompañen el ascenso, hasta que los pies del trabajador estén posados sobre una superficie de trabajo. Solo una persona calificada y de acuerdo a cálculos basados en diseño de la misma línea podrá cambiar tal configuración.

En el anclaje superior, un componente fundamental será un absorbente de choque, que deberá ser seleccionado de acuerdo a la cantidad máxima de usuarios que utilicen la línea de vida en un determinado momento. Normalmente, los diseños permiten el ascenso de una a cuatro personas. El peso máximo de cada operario, con su respectivo equipo y herramienta, debe ser de 310 libras (140 kg) c/u.

Limitaciones de la línea de vida vertical

La principal limitación para instalar o utilizar con seguridad una línea de vida vertical es la misma estructura de la torre y su escalerilla; es necesario que el punto de anclaje de la línea cuente con la suficiente fortaleza de acuerdo con la cantidad de usuarios que en un momento dado estén utilizando el sistema y que adicionalmente el absorbedor de energía instalado en el extremo superior proteja adecuadamente el punto de anclaje en caso de caída de uno o más trabajadores.

Otra limitación es precisamente su posición vertical: el sistema es completamente seguro cuando la línea de vida se instala a 90°; sin embargo, es posible diseñar un sistema con una línea de vida vertical instalada a 75°, pero no con menos inclinación.

Los ambientes exigen que los materiales utilizados para la fabricación de la línea sean diferentes; en nuestro país es común encontrar la mayoría de torres con líneas de vida de material galvanizado. Sin embargo, si estas líneas se instalan en torres cerca de las costas, en lugares cercanos a sectores industriales con ambientes contaminados o en empresas del sector químico, será necesario que los componentes de la línea sean de acero inoxidable, o que la línea de vida de acero galvanizado esté bajo constante supervisión, de tal forma que se logren identificar lesiones en el material y se programe su reemplazo a tiempo; de otra forma, el ambiente afectará la línea y por consiguiente su resistencia.

Compatibilidad



Arrestador para cable de 3/8"

Los sistemas de líneas de vida disponibles están entre los 5/16" y 3/8"; esta condición es una de las que mayor peligro causa en la seguridad de los trabajadores del sector de telecomunicaciones; la razón es que los conectores para tránsito vertical arrestadores o frenos de cable disponibles en el mercado se ajustan a un calibre específico, de tal forma que si el trabajador dispone de un conector para 3/8", sólo podrá utilizarlo en torres que tengan instaladas líneas de este calibre. Sin embargo, si el mismo trabajador, sin percatarse, se asegura con su equipo a una línea de 5/16", podría sufrir un accidente grave, porque la acción de frenado se vería disminuida, aumentando a más de 0,60 m la caída libre, lo que ocasionaría un peligro para su integridad. En el mercado es posible conseguir equipos que manejan los dos rangos y detienen con seguridad.

La selección del calibre de la línea de vida vertical para el sector de telecomunicaciones ha sido discutida por la Comisión Nacional y, basados principalmente en el porcentaje de líneas instaladas de este calibre, se decide estandarizar como calibre a nivel nacional para líneas de vida verticales los 3/8" en cable de acero de 7 x 1 de alma sólida.

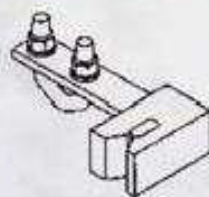
Características adicionales

Como fue enunciado anteriormente, la línea de vida vertical deberá prolongarse para proteger el ascenso de los trabajadores hasta una plataforma de trabajo o hasta el lugar más alto de la torre riendada, donde estén instalados equipos como antenas, luces de obstrucción, pararrayos, cámaras, etc. En torres autosoportadas, esta prolongación de la escalerilla y la línea de vida, según los cálculos con que esté diseñado el sistema, podrá ser entre 0,90 y 1,50 m.

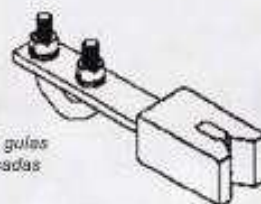
Otro elemento importante en la configuración de la línea de vida vertical para torres de telecomunicaciones, son las guías de cable, cuyas funciones son principalmente:

- Evitar que el cable golpee y se haga daño contra la estructura de la escalerilla o la torre.
- Evitar una excesiva deflexión del cable durante el tránsito vertical del trabajador.
- Evitar el movimiento continuo del cable, por acción del viento u otro tipo de factores; las guías de cable se deberán instalar a intervalos determinados por cada fabricante, con el fin de que logren disminuir en forma efectiva la oscilación del cable por el efecto amónico del viento.

Las guías de cable instaladas en las líneas de vida verticales existentes en las torres de Colombia son de diferentes formas y materiales; sin embargo, las guías de caucho son las que mejor cumplen los propósitos anteriormente expuestos, por ser estas las que mejor absorben la energía de los movimientos del cable por efecto del viento. Las guías que inicialmente se instalaron en las torres aseguran el cable firmemente mediante un sistema de buje por el que pasa y solo un modelo de freno de cable pasa por las guías, sin tener que quitarlo para salvar el obstáculo. No obstante, se encuentran torres cuyas guías están ubicadas al lado contrario o son muy gruesas y no permiten el paso del freno, lo que obliga al trabajador a desasegurarse del sistema mientras lo ubica por encima de la guía. Otras guías desarrolladas en el país y muy populares en los sistemas de líneas de vida no certificados son



Los modelos de guías de cable certificadas



platinas metálicas con formas diferentes cuya función es exclusivamente evitar movimientos del cable, que muchas veces no se logra, y que por su material pueden afectarlo.



Arresador para cable de 5/16"



Detalle de guías de fabricación Nacional.



Las guías de cable deberán permitir un tránsito vertical libre, sin necesidad de que el trabajador deba retirar su sistema de seguridad al llegar a uno de estos elementos.

Recomendaciones

Para garantizar un adecuado funcionamiento de la línea de vida vertical en una torre, se deberán seguir estas recomendaciones:

- Solicitar al proveedor y al fabricante cálculos y certificados de las líneas instaladas.
- No pintar la línea cuando se pinte la torre; de esta forma no es posible conocer su estado.
- Programar una inspección y mantenimiento anual de las líneas de vida. La inspección y el mantenimiento deberán estar a cargo de una persona competente.
- Cambiar las partes deterioradas, sobre todo el cable.
- Inspeccionar después de una caída.

2. SISTEMAS DE RIEL

Otro sistema de tránsito vertical no muy frecuente, pero sí instalado en algunas torres, es el riel. Este, en lugar de contar con todos los elementos de una línea de vida, se basa en un sistema de riel fijo a la estructura de la torre por el cual transita un sistema de freno que siempre permanece activado. El sistema de riel no requiere la instalación de absorbedores de energía y su mantenimiento es bastante fácil, aunque su costo es elevado.



Sistemas de riel en torres de telecomunicaciones.



Recomendaciones

Para garantizar un adecuado funcionamiento del sistema de riel, se deberán seguir estas recomendaciones:

- Solicitar cálculos y certificados del sistema al proveedor y al fabricante.
- Tener instalados mínimo dos frenos de riel para garantizar el ascenso de dos trabajadores.
- Programar una inspección y mantenimiento anual del riel. La inspección y el mantenimiento deberán estar a cargo de una persona competente.

En torres donde la luz de obstrucción queda más alta que la protección que la línea de vida vertical ofrece, es necesario que el sistema de aseguramiento permita que con una maniobra simple pueda bajarse la luz y realizar la operación sin exposición del trabajador.

3. PLATAFORMAS



Plataformas de descanso.

Las torres autoportadas tienen plataformas de descanso y plataformas de trabajo. Las primeras se encuentran ubicadas en el recorrido de la escalera y permiten la recuperación del trabajador durante el ascenso o descenso; deben contar con una baranda alrededor de la plataforma. La altura de la baranda no debe ser menor a 1,10 m. Además, el piso de la plataforma debe ser de un material antideslizante. El descanso durante el ascenso o descenso es fundamental para un trabajador, con el fin de no esforzar el organismo. Es necesario que al llegar a la plataforma de descanso se tome un momento para reposar y recuperarse. Allí es posible hidratarse y planear el trabajo a desarrollar.

Las plataformas superiores de trabajo se denominan así por servir de superficie para que los trabajadores realicen las labores con los equipos montados en la parte alta de la torre; aquellas deben contar con barandas fabricadas de tubo de 2" o ángulo, para que sirvan como soporte de las antenas. Muchas torres no cuentan con plataformas en la zona superior, solo con extensiones de tubería aseguradas a la estructura de la torre, por las que los trabajadores deben caminar hasta llegar a las antenas.

Las plataformas y extensiones deben garantizar la resistencia suficiente en cualquiera de sus puntos, para servir como punto de anclaje a los equipos de protección contra caídas sin afectarse en caso de que el trabajador caiga, es decir, deben resistir 5.000 libras (2.272

kg) por persona conectada. Lo anterior es difícil de lograr en muchas estructuras; por tal motivo, el trabajo deberá desarrollarse utilizando el posicionamiento como aseguramiento principal y la eslinga con absorbente de choque como protección secundaria. La caída máxima permitida será de 0,60 m.



Plataformas de trabajo en la zona superior de la torre o extensiones de tubo.

4. SEGURIDAD EN EL TRÁNSITO HORIZONTAL

Las torres muy altas tienen en su base una gran abertura entre las patas; la escalera se encuentra en un extremo y es entonces cuando los desplazamientos horizontales para llegar hasta los enlaces en la torre son una de las maniobras más peligrosas. Normalmente, los enlaces están ubicados en las partes altas de las torres y los desplazamientos horizontales son relativamente fáciles y con buenas posibilidades de protección; sin embargo, en una torre muy ancha o cuando los enlaces por la ubicación de la torre son colocados en su parte baja, los desplazamientos son bastante complicados. Al encontrar esta condición, los trabajadores toman la decisión de subir por las patas de la torre, o también hacer equilibrio pasando entre pata y pata, sin ninguna posibilidad de aseguramiento, pues por las distancias y alturas entre las cuales se encuentran los diagonales y por sus dimensiones, no es posible utilizar adecuadamente los equipos de protección contra caídas.

Lograr asegurar este tipo de traslados horizontales requiere diseños más complicados; la instalación de plataformas de desplazamiento es para algunas empresas una solución segura y efectiva; con estas, el trabajador sale de su escalera y avanza por la plataforma hasta la pata donde se encuentre el enlace. Obviamente, este tipo de solución no será nunca la mejor cuando las necesidades de ampliación exigen la instalación continua de enlaces. En este punto es conveniente pensar en la instalación de líneas horizontales fijas, que son más fáciles de instalar y pueden proteger adecuadamente a los trabajadores, pues proveen un adecuado punto de conexión para los equipos de protección contra caídas, además de brindar un punto de agarre que mejora el equilibrio del trabajador durante la travesía.



Plataformas de desplazamiento o líneas horizontales, posibilidades para asegurar los desplazamientos en torres muy anchas.