



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero en
Electrónica y Telecomunicaciones”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

TEMA:

**“ANÁLISIS Y ESTUDIO DE LOS PARÁMETROS DE
CALIDAD EN LAS TEGNOLOGÍAS 3G (UMTS
WCDMA/HSPA) EN LOS SISTEMAS MÓVILES
AVANZADOS.”**

**Autores: Edwin Marcelo Altamirano Almendariz
Rosa Estefanía Almache Hernández.**

Director de Tesis Ing. Marco Nolivos.

RIOBAMBA-ECUADOR

2011

DERECHO DE AUTOR

Nosotros Edwin Altamirano y Rosa Estefanía Almache somos responsables de las ideas, doctrinas, resultados y propuestas expuestas en el presente trabajo de investigación, y los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo

DEDICATORIA

El siguiente proyecto se lo dedico a Dios y a mis padres Rosa y Fausto por haberme proporcionado todo el apoyo incondicional y quienes fueron el aliento y la inspiración más importante en mi vida para alcanzar mis anhelos y sueños esperados durante todos estos años de estudio.

A mis hermanos Tito, Vero, Daniela quienes confiaron en mis capacidades, esfuerzo y sacrificio constante, para la culminación de esta meta.

A toda mi familia, primos, tíos y amigos ellos quienes me alentaron y me ayudaron en todo momento.

Marcelo.

Este trabajo está dedicado a los amores de mi vida:

Marco Polo y María Teresa, mis padres por su apoyo, ayuda, confianza y ser mis únicos y más fervientes admiradores

Carolina y María Fernanda, por ser mis cómplices de toda la vida

Samantha y Sebastián, por llenar mi vida de alegría.

Benji, por ser mi mejor amigo.

Y sobretodo a Dios por regalarme esta oportunidad y poner tan maravillosas personas junto a mí.

Rosita

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Chimborazo, docentes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Telecomunicaciones por impartirnos sus conocimientos.

A la Superintendencia de Telecomunicaciones y su personal Técnico en especial al Ingeniero Alex Troya por facilitarnos los equipos e información necesaria para la realización de este trabajo de investigación

A nuestro Director de Tesis Ingeniero Marco Nolivos por la ayuda y paciencia para la culminación de este proyecto

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I	1
MARCO REFERENCIAL	1
1. 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 GENERAL	2
1.2.2 ESPECÍFICOS	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4 LIMITACIONES	3
1.5 HIPÓTESIS.....	3
CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO	4
SISTEMAS MÓVILES AVANZADOS	4
2.1 DEFINICIÓN.....	4
2.2 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS MÓVILES.....	4
2.2.1 Sistemas Móviles de Primera Generación (1G)	4
2.2.2 Sistemas Móviles de Segunda Generación (2G)	5
2.2.3 Sistemas Móviles de Tercera Generación (3G).....	6
2.3UMTS.....	7
2.3.1Estructura de la red UMTS.....	8
2.3.1.1 Red Central (CN)	8
2.3.1.2 Red de Acceso de Radio (RAN o UTRAN).....	9
2.3.1.3 Terminales móviles (UE)	9
2.3.2 Elementos de CN.....	11
2.3.2.1 MSC (Mobile Switching Center)	11
2.3.2.2 HLR (Home Location Register).....	11
2.3.2.3 VLR (Visitor Location Register).....	12
2.3.2.4 EIR (Equipment Identity Register).....	12
2.3.2.5 AuC (Authentication Center)	13
2.3.2.6 SGSN (Serving GPRS Support Node)	13
2.3.2.7 Gateway MSC (GMSC)	13
2.3.3 Elementos de UTRAN	13
2.3.3.1 RNC (Radio Network Controller)	14

2.3.3.2 NODO B.....	14
2.3.4 Equipo de usuario (UE).....	14
2.4 Interfaces	16
2.4.1 Interfaz Iu	16
2.4.2 Interfaz Iub	17
2.4.3 Interfaz Iur.....	17
2.4.4 Interfaz Uu	17
2.4.5 Interfaz lu	17
2.4.6 Interfaz MAP.....	17
2.4.7 Interfaz B.....	18
2.4.8 Interfaz C.....	18
2.4.9 Interfaz D	19
2.4.10 Interfaz F	19
2.5 PARAMETROS DESISTEMA DE TELEFONÍA MOVIL	19
2.5.1 COBERTURA CELULAR	22
2.5.1.1 DISEÑO DE LAS CELDAS	23
2.5.2 Operaciones Celulares.....	26
2.5.2.1 Establecimiento de una llamada	27
2.5.3 LLAMADAS CAÍDAS.....	30
2.5.3.1 Fallas en el Procesamiento de Llamadas	30
2.5.3.2 Problemas con los teléfonos celulares.....	31
2.5.4 SERVICIO DE MENSAJES CORTOS (SMS).....	33
2.5.4.1 SMS: Elementos de red y Arquitectura	34
2.5.4.2 SMS: Operaciones para el envío de SMSs	36
2.5.4.3 Elementos de Servicio	37
2.5.4.4 SMS: Principales aplicaciones	39
2.6 Relación entre UMTS y WCDMA.....	39
2.7. Servicio de datos en WCDMA.....	40
2.8 HSDPA.....	41
CAPÍTULO III	44
MARCO METODOLÓGICO	44
3.1 Características Generales	44
3.1.1 Sociedades Concesionarias	46
3.1.1.1 Conecel S.A.....	46
3.1.1.2 Otecel S.A.	46
3.1.1.3 Telecsa S.A.....	46

3.2 CONTROL DE PARÁMETROS DE CALIDAD SERVICIO DE VOZ.....	47
3.2.1 Porcentaje de Llamadas Establecidas:.....	48
3.2.2 Porcentaje promedio de tiempo establecimiento de llamada	49
3.2.3 Porcentaje de Llamadas Caídas.....	50
3.2.4 Zona de Cobertura (Cobertura de Red).....	51
3.2.5 Porcentaje de SMS Recibidos Con Éxito.....	53
3.2.6 Tiempo Promedio de Entrega de SMS.....	54
3.3 RECURSOS INVOLUCRADOS EQUIPO UTILIZADO.....	54
3.3.1 Características y Manejo del Equipo de Control Andrew	54
3.3.2 Hardware.....	55
3.3.2.1 Chasis GWMP8000.....	55
3.3.2.2 MÓDULOS DEL INVEX 3G	56
3.3.2.3 CABLES DE ALIMENTACION.....	58
3.4 SOFTWARE INVEX3G@.....	60
3.5 PROCEDIMIENTO PARA LA CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO INVEX PARA LA EJECUCIÓN DEL MONITOREO AUTOMÁTICO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL SERVICIO DE VOZ MÓVIL AVANZADO.	61
3.5.1 Conexión equipos.....	61
3.5.2 Conexión del GPS	62
3.5.3 Configuración de pruebas de cobertura.....	66
3.5.4 Configuración de pruebas de llamadas de voz periódicas.....	67
3.5.5 Configuración de pruebas de llamadas de voz continua	68
3.5.6 Configuración de pruebas de SMS.....	69
3.6 SOFTWARE INTERPRETER.....	72
3.6.2 Generación de Reportes.*XLS.....	73
3.6.2.1 Reporte de Velocidad GPS.....	74
3.6.2.2 Reporte de Parámetro de Cobertura	75
3.6.2.3 Reporte de Parámetro de llamadas establecidas y llamadas caídas.....	76
3.6.2.5 Reporte de Parámetro SERVICIO DE SMS	78
3.7 PARÁMETROS DE CALIDAD DE DATOS.....	80
3.7.1 Proporción de accesos de usuario con éxito:.....	80
3.7.2 Tiempo de acceso (Login Time):	80
3.7.3 Velocidad de transmisión de datos alcanzada -Throughput:	80
3.7.4 Retardo	81
3.7.5 Procedimiento para la configuración del Equipo INVEX para la ejecución del monitoreo de los parámetros de calidad del servicio de datos.....	82
3.7.5.1 Configuración de prueba de accesos de usuario con éxito.....	82

3.7.5.2 Configuración de prueba de Retardo (Delay transmission time)	82
3.7.5.3 Configuración de prueba de prueba Throughput de bajada.....	83
3.7.5.4 Configuración de prueba Throughput de subida	84
3.7.6 Generación de reportes de parámetro de calidad de datos	86
3.7.6.1 Generación de reporte Login Time (tiempo de acceso).	86
3.7.6.2 Generación de reporte Tiempo y Throughput de subida y bajada.....	86
3.7.6.3 Generación de reporte de Latencia (Retardo).....	87
CAPÍTULO IV	88
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	88
CAPÍTULO V	174
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	174
5.1 CONCLUSIONES	174
5.2 RECOMENDACIONES	175

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 2.1 Evolución de los Sistemas Móviles	7
Figura 2.2 Bloques del sistema UMTS	10
Figura 2.3 Arquitectura de UMTS	10
Figura 2.4 Arquitectura de UTRAN	14
Figura 2.5 Principio de conexión del UE	16
Figura 2.6 Punto de referencia de la interfaz (Iu)	17
Figura 2.7 Célula	21
Figura 2.8 Cobertura del territorio con repetición de patrón	22
Figura 2.9 Celdas Hexagonales de Redes Celulares	24
Figura 2.10 Estructura Jerárquica De Celdas	25
Figura 2.11 Radiobases en la Ciudad de Riobamba	26
Figura 2.12 Diagrama de llamada originada por el móvil	31
Figura 2.13 Diagrama de llamada recibida por el móvil	32
Figura 2.14 Proceso de llamada móvil	33
Figura 2.15 Arquitectura y Elementos de una red de SMS	37
Figura 2.16 Estructura de transmisión de mensajes SMS	40
Figura 2.17 Estructura de recepción de mensajes SMS	41
Figura 3. 1 Distribución de Frecuencias en la Banda 850 MHz	55
Figura 3. 2 Distribución de Frecuencias en la Banda 1900 MHz	55
Figura 3.3 Vista Frontal del chasis GWMP8000	65
Figura 3.4 Módulo de Control del Sistema	66
Figura 3.5 Módulo GPS / Timebase	67
Figura 3.6 Módulo de Interface de Comunicaciones	68
Figura 3.7 Ensamblaje de módulos	68
Figura 3.8 Cables de suministro de alimentación para el Sistema INVEX3G	68
Figura 3.9 Phone Cables e Identificación de los mismos	69
Figura 3.10 Cables de conexión de Ethernet	69
Figura 3.11 Panel de Software INVEX	70
Figura 3.12 Configuración PC, y de tecnología en dispositivos	73
Figura 3.13 Proceso de reconocimiento de equipo Invex	74
Figura 3.14 Proceso de reconocimiento de dispositivos conectados	74
Figura 3.15 Proceso de <i>Inicialización</i> de los terminales conectados	75
Figura 3.16 Inicialización de los terminales conectados	75
Figura 3.17 Configuración de tecnologías de los dispositivos conectados	76
Figura 3.18 Proceso de configuración de tecnología	77
Figura 3.19 Configuración de Pruebas de cobertura	78
Figura 3.20 Configuración de pruebas de llamadas de voz periódicas	79
Figura 3.21 Configuración de pruebas de llamadas de voz continua	80
Figura 3.22 Configuración de pruebas de SMS	81
Figura 3.23 Configuración Inicio de <i>logfile</i> la colección de datos	82
Figura 3.24 Panel de Software Interpreter	83
Figura 3.25 Formatos de visualización de Software Interpreter	84
Figura 3.26 Proceso de Configuración de pruebas de datos	93
Figura 3.27 Configuración de tarea específicas datos	94

Figura 3.28 Configuración de Tarea FTP GET datos	95
Figura 3.29 Configuración de Tarea FTP PUT datos	96
Figura 4.1 Mapa de recorrido de Velocidades Riobamba Zona 1	98
Figura 4.2 Mapa de recorrido de Velocidades Riobamba Zona 2	99
Figura 4.3 Mapa de recorrido de Velocidades Riobamba Zona 3	100
Figura 4.4 Mapa de recorrido de Velocidades Riobamba Zona 4	101
Figura 4.5 Mapa de recorrido de Velocidades Riobamba Zona 5	102
Figura 4.6 Mapa de recorrido de Velocidades Riobamba Zona 6	103
Figura 4.7 Mapa de Cobertura de la Ciudad de Riobamba Operadora: OTECEL S.A	104
Figura 4.8 Mapa de Cobertura Riobamba Zona 1 Operadora: OTECEL S.A	109
Figura 4.9 Mapa de Cobertura Riobamba Zona 2 Operadora: OTECEL S.A	110
Figura 4.10 Mapa de Cobertura Riobamba Zona 3 Operadora: OTECEL S.A	111
Figura 4.11 Mapa de Cobertura Riobamba Zona 4 Operadora: OTECEL S.A	112
Figura 4.12 Mapa de Cobertura Riobamba Zona 5 Operadora: OTECEL S.A	113
Figura 4.13 Mapa de Cobertura Riobamba Zona 6 Operadora: OTECEL S.A	114
Figura 4.14 Mapa de Cobertura Riobamba Zona 1 Operadora: OTECEL S.A	119
Figura 4.15 Mapa de Cobertura Riobamba Zona 2 Operadora: CONECEL S.A	120
Figura 4.16 Mapa de Cobertura Riobamba Zona 3 Operadora: CONECEL S.A	121
Figura 4.17 Mapa de Cobertura Riobamba Zona 4 Operadora: CONECEL S.A	122
Figura 4.18 Mapa de Cobertura Riobamba Zona 5 Operadora: CONECEL S.A	123
Figura 4.19 Mapa de Cobertura Riobamba Zona 6 Operadora: CONECEL S.A	124
Figura 4.20 Mapa de Resultados de Llamadas Caídas Riobamba Zona 5 CONECEL S.A	141
Figura 4.21 Mapa de detalles de Llamadas Caídas Riobamba Zona 5 CONECEL S.A	142
Figura 4.22 Mapa de Resultados de Llamadas Caídas Riobamba Zona 6 CONECEL S.A	143
Figura 4.23 Mapa de detalles de Llamadas Caídas Riobamba Zona 6 CONECEL S.A	144
Figura 4.24 Mapa de Resultados de Pruebas de SMS`S Riobamba Zona 5 OTECEL S.A	148
Figura 4.25 Mapa de detalles de Pruebas de SMS`S Riobamba Zona 5 OTECEL S.A	149
Figura 4.26 Mapa de detalles de Pruebas de SMS`S Riobamba Zona 5 OTECEL S.A	150
Figura 4.27 Mapa de detalles de Pruebas de SMS`S Riobamba Zona 5 OTECEL S.A	151
Figura 4.28 Mapa de Resultados de Pruebas de SMS`S Riobamba Zona 4 OTECEL S.A	152
Figura 4.29 Mapa de detalles de Pruebas de SMS`S Riobamba Zona 4 OTECEL S.A	153
Figura 4.30 Mapa de detalles de Pruebas de SMS`S Riobamba Zona 4 OTECEL S.A	154
Figura 4.31 Mapa de detalles de Pruebas de SMS`S Riobamba Zona 4 OTECEL S.A	155
Figura 4.32 Mapa de Resultados de Pruebas de SMS`S Riobamba Zona 4 CONECEL S.A	157
Figura 4.33 Mapa de detalles de Pruebas de SMS`S Riobamba Zona 4 CONECEL S.A	158
Figura 4.34 Mapa de Resultados de Pruebas de SMS`S Riobamba Zona 5 CONECEL S.A	159
Figura 4.35 Mapa de detalles de Pruebas de SMS`S Riobamba Zona 5 CONECEL S.A	160
Figura 4.36 Mapa de detalles de Pruebas de SMS`S Riobamba Zona 5 CONECEL S.A	161
Figura 4.37 Mapa de detalles de Pruebas de SMS`S Riobamba Zona 5 CONECEL S.A	162
Figura 4.38 Mapa de resultados de Tecnología de Datos CONECEL S.A Riobamba Zona 1	174
Figura 4.39 Mapa de resultados de Tecnología de Datos CONECEL S.A Riobamba Zona 2	175
Figura 4.40 Mapa de resultados de Tecnología de Datos CONECEL S.A Riobamba Zona 3	176
Figura 4.41 Mapa de resultados de Tecnología de Datos CONECEL S.A Riobamba Zona 4	177
Figura 4.42 Mapa de resultados de Tecnología de Datos CONECEL S.A Riobamba Zona 5	178
Figura 4.43 Mapa de resultados de Tecnología de Datos CONECEL S.A Riobamba Zona 6	179

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Comparación Wcdma/Hsdpa.....	44
Tabla 2.2 Características de los nuevos canales físicos y lógicos de HSDPA.....	45
Tabla 2.3 Rasgos claves de los canalesDCH, HSDPA y HSUPA.....	49
Tabla 3.1 Parámetros Técnicos de Evaluación Calidad.....	56
Tabla 3.2 Niveles Mínimos para nivel de Recepción Zona Urbana y Rural.....	61
Tabla 3.3 Reporte .Xls de Velocidades Gps.....	83
Tabla 3.4 Reporte .Xls de Cobertura.....	84
Tabla 3.5 Reporte .Xls de llamadas de voz periódicas y llamadas continuas.....	85
Tabla 3.6 Reporte .Xls de llamadas caídas.....	87
Tabla 3.7 Reporte .Xls servicio mensajes SMS.....	88
Tabla 3.8 Cuadro de resumen de los parámetros de calidad de Servicio de DATOS.....	90
Tabla 3.8 Formato de reporte Login Time (tiempo de acceso).....	95
Tabla 3.9 Formato de reporte de Tiempo y Throughput de bajada o subida.....	96
Tabla 3.10 Formato de reporte de Latencia (Retardo).	96
Tabla 4.1: Porcentaje de pruebas realizadas con velocidad menor a 40 km/h.....	97
Tabla 4.2: Resumen de resultados de cobertura en la ciudad de Riobamba. Operadora: OTECEL S.A.....	108
Tabla 4.3: Resumen de resultados de cobertura en la ciudad de Riobamba. Operadora: CONECEL S.A.....	118
Tabla 4.4: Resumen resultados porcentaje de llamadas establecidas, porcentaje de llamadas establecidas en un intervalo de tiempo menor a 12s. De la operadora OTECEL S.A.....	132
Tabla 4.5: Resumen resultados porcentaje de llamadas establecidas, porcentaje de llamadas establecidas en un intervalo de tiempo menor a 12s. De la operadora CONECEL S.A.....	138
Tabla 4.6: Resultados de llamadas caídas operadora: CONECEL S.A.....	140
Tabla 4.7: Tasa de mensajes enviados y recibidos con éxito de la operadora OTECEL S.A.....	147
Tabla 4.8: Tasa de mensajes enviados y recibidos con éxito de la operadora CONECEL S.A.....	156
Tabla 4.9: Tabla resumen de las pruebas de parámetros de calidad de voz.....	180
Tabla 4.10: Tabla resumen de las pruebas de parámetros de calidad de datos.....	181

ABREVIATURAS

- SMA:** Sistema Móvil Avanzado
- IMT:** Telecomunicaciones Móviles internacionales
- ETSI:** Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones
- CONATEL:** Consejo Nacional de Telecomunicaciones
- SENATEL:** Secretaría Nacional de Telecomunicaciones
- UMTS:** Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles
- UTRAN:** Red de Acceso de Radio (UMTS)
- UIT:** Unión internacional de Telecomunicaciones
- PS:** Conmutación de paquetes
- CS:** Conmutación de circuitos
- HLR:** Registro de Localización Permanente
- VLR:** Registro de Localización Temporal
- EIR:** Registro de Identidad de Equipo
- AuC:** Centro de Autenticación
- SMSC:** Centro de Servicio de Mensajes Cortos
- SME:** Entidad de Mensaje Cortos
- MSC:** Centro de Conmutación Móvil
- CN:** Red Central
- IMSI:** Identidad Internacional de suscriptor móvil
- IMEI:** Identidad Internacional de Equipo Móvil
- USIM:** Módulo de Identificación del Abonado
- PLMN:** Red Pública Conmutada
- GOS:** Grado de servicio

HSPA: Acceso de Paquetes a alta Velocidad

HSDPA: Acceso de Paquetes a alta Velocidad para el enlace de bajada

HSUPA: Acceso de Paquetes a alta Velocidad para el enlace de subida

QAM: Modulación de Amplitud en Cuadratura

WCDMA: Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha

TTI: Intervalo de Tiempo de Transmisión

HARQ: Petición Rápida de Repetición Automática Híbrida

3GPP: Asociación de Tercera Generación

RESUMEN

Se realizó el estudio y las pruebas de medición de los parámetros de calidad (voz y datos) en la ciudad de Riobamba para determinar si las operadoras de servicio móvil avanzado que ofrecen su servicio en esta ciudad cumplen con lo establecido en el contrato de concesión de la SENATEL.

En el desarrollo del proyecto se evaluaron a las tres operadoras existentes en esta ciudad CLARO, MOVISTAR-ALEGRO utilizando equipos existentes en la DELEGACION REGIONAL CENTRO de la SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES, INVEX 3G, terminales móviles compatibles con el equipo y chips de las diferentes operadora.

Para el análisis de los resultados, se utilizaron los software utilizados en la institución para pruebas de drive test: INTERPRETER, para la obtención de las bases de datos de los resultados y MAPINFO para la representación gráfica de los parámetros obtenidos.

En las pruebas de medición que se realizaron se obtuvo como resultados que las operadoras de SMA en la zona urbana de la ciudad de Riobamba no cumplen con el parámetro mínimo de cobertura establecido. Además MOVISTAR-ALEGRO en la ciudad de Riobamba, no cuenta con tecnología UMTS para transmisión/recepción de datos, por lo que no fue posible la realización de las pruebas de campo en esta operadora

Se recomienda que para la realización de las pruebas se solicite la presencia de técnicos de las operadoras para que los resultados sean verificados y se tomen las soluciones correspondientes para cada problema como un nuevo estudio de Ingeniería de Tráfico.

SUMARY

Was studied and evidence of measurement quality parameters (voice and data) in the city of Riobamba to determine whether advanced mobile service operators to offer their service in the city comply with the provisions of the concession contract SENATEL.

In developing the project were assessed at three existing operators in this city CLARO, MOVISTAR-ALEGRO using existing equipment in the DELEGACION REGIONAL CENTRO de la SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES, INVEX 3G, handsets compatible with the equipment and chips of different operator.

For the analysis of the results, we used the software used in the testing institution to test drive: INTERPRETER, to obtain the database of results and MAPINFO for graphical display of process parameters.

In measurement tests were performed was obtained as a result of SMA carriers in the urban area of the city of Riobamba not meet the minimum standard of coverage set. MOVISTAR-ALEGRO addition in the city of Riobamba, has no UMTS technology for transmitting / receiving data, so it was not possible to conduct field tests this operator.

It is recommended that the performance of the tests requested the presence of technical operations for the results to be verified and take appropriate solutions for each problem as a new study by Traffic Engineering.

INTRODUCCIÓN

En el mundo de las telecomunicaciones, existen determinadas áreas, que tienen como función importante y decisiva la de ofrecer un buen servicio de calidad a sus usuarios. La misión de la telefonía móvil es lograr una comunicación global entre diferentes usuarios en el mundo, pero exige que las empresas que brindan este servicio logren establecer estrategias para mejorar el servicio, logrando que los usuarios queden satisfechos con la provisión de este servicio y logrando así que el número de quejas y reclamos presentados a las operadoras sean cada vez menores.

El presente trabajo busca analizar y estudiar los parámetros de calidad que son utilizados para medir la calidad de servicio en la Ciudad de Riobamba del de las diferentes operadoras de Servicio de telefonía Móvil.

Los parámetros de calidad serán los elementos principales para realizar una evaluación en base a una prueba de campo, en la cual obtendremos resultados reales de la calidad de servicio que brindan las distintas operadoras de Telefonía Móvil como (CLARO, MOVISTAR, ALEGRO).

Con el apoyo de la entidad responsable del control de las Telecomunicaciones en el Ecuador, la Superintendencia de Telecomunicaciones, quienes nos facilitaron los equipos necesarios para la evaluación de los parámetros de calidad.

Con el objeto de evaluar, se obtendrá una conclusión clara y datos específicos para determinar si las operadoras que brindan el servicio de telefonía móvil en la ciudad de Riobamba cumplen con los parámetros estipulados en el reglamento establecidos en los Contratos de Concesión respectivos además la correcta información a la población de conocer cuál es la mejor opción en base a calidad de servicio ofrecida por las operadoras en nuestra ciudad.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1. 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Unidad de Telecomunicaciones de la Superintendencia de Telecomunicaciones (Delegación Regional Centro) es el departamento encargado en el control de los parámetros de Calidad de los Sistemas Móviles Avanzados.

Con el objeto de controlar y verificar que los parámetros entregados al usuario de estos sistemas estén dentro de los parámetros especificados en el Reglamento para el servicio de Telefonía Móvil Celular y los contratos de concesión SMA, es necesario la identificación de los parámetros a medir y la metodología que se usará para esta medición.

En la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo las operadoras que ofrecen servicio de SMA son OTECEL S.A. (MOVISTAR), CONECEL S.A. (CLARO 3G) y TELECSA CNT EP (ALEGRO), el objeto del presente trabajo de investigación es establecer si el servicio que estas operadoras ofrecen a sus usuarios en esta ciudad está dentro de los establecidos en los contratos de concesión.

El propósito adicional a este trabajo de investigación es determinar si los parámetros de calidad ya establecidos son suficientes para medir la calidad del servicio y si es conveniente agregar nuevos parámetros propuestos por los autores.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 GENERAL

Analizar y realizar un estudio de los parámetros de calidad en las tecnologías 3G (UMTS WCDMA/HSPA) en los Sistemas Móviles Avanzados.

1.2.2 ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio detallado de los estándares de las tecnologías involucradas en los sistemas SMA con tecnologías 3G (UMTS WCDMA/HSPA).
- Analizar los parámetros técnicos que actualmente se utilizan para la evaluación de calidad de los sistemas móviles avanzados (SMA) en sistemas 3G, establecidos en los contratos de concesión y los reglamentos existentes en el Ecuador.
- Realizar un estudio práctico (pruebas en campo) sobre los parámetros de calidad de los sistemas Móviles Avanzados en la ciudad de Riobamba, zona urbana, utilizando los equipos existentes en la actualidad en la Delegación Regional Centro.
- Analizar los resultados obtenidos en el estudio práctico utilizando software de pos-procesamiento especializado y software de GIS (Mapinfo).
- Determinar si las distintas operadoras existentes en la ciudad de Riobamba cumplen con los parámetros estipulados en los contratos de concesión en base a las pruebas realizadas.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El propósito de este trabajo de investigación es proporcionar a la Delegación Regional Centro la información de los resultados de las pruebas de medición de los parámetros de calidad del servicio de voz y la transmisión/recepción de datos que ofrecen las distintas operadoras de SMA (OTECEL, CONECEL Y TELECSA) en la ciudad de Riobamba.

1.4 LIMITACIONES

Se debe resaltar que esta investigación está enfocada a los parámetros de calidad en los sistemas de tecnología 3G, y las pruebas de campo se realizarán utilizando equipos actualmente existentes en la Delegación Regional Centro de la Superintendencia de Telecomunicaciones por lo que se verificará los parámetros que dichos equipos permitan evaluar.

1.5 HIPÓTESIS

Cumplen las operadoras de SMA (**OTECEL, CONECEL y TELECSA**) con los parámetros determinados en el contrato de concesión establecido entre los concesionarios y la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo

Los indicadores E índices de calidad a verificaren los sistemas SMA se muestran en la siguiente tabla

INDICADOR	VALOR ESTABLECIDO	PORCENTAJE OBJETIVO
COBERTURA URBANA	Hasta -85dB	95%
LLAMADAS CAIDAS	----	2%
TIEMPO DE ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMADA	<12 s	95%
SMS'S ENVIADOS CON EXITO	----	95%
TIEMPO DE TX/RX DE SMS	<30 s	95%

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

SISTEMAS MÓVILES AVANZADOS

2.1 DEFINICIÓN

Los Sistemas de Telecomunicaciones Móviles Internacionales-Avanzadas (IMT-Avanzadas) son sistemas móviles dotados de nuevas capacidades que superan las ofrecidas en las IMT-2000. Esos sistemas dan acceso a una amplia gama de servicios de telecomunicación, en especial los servicios móviles avanzados, admitidos por redes fijas y móviles, que utilizan cada vez más la transmisión por paquetes.

Los sistemas de IMT-Avanzadas admiten aplicaciones de baja y alta movilidad y una amplia gama de velocidades de datos, de conformidad con las demandas de los usuarios y de servicios en numerosos entornos de usuario. Las IMT-Avanzadas también tienen capacidades destinadas a aplicaciones multimedios de elevada calidad en una amplia gama de servicios y plataformas, lo que les permite lograr mejoras considerables de funcionamiento y calidad de servicio.¹

2.2 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS MÓVILES

2.2.1 Sistemas Móviles de Primera Generación(1G)

La primera generación de telefonía móvil (**1G**) funcionaba por medio de comunicaciones analógicas y dispositivos portátiles que eran relativamente grandes. Esta generación utilizaba principalmente los siguientes estándares:

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

¹Norma mundial de la UIT para comunicaciones celulares - «IMT-Avanzadas»

- **TACS** (Sistema de comunicaciones de acceso total): Es la versión europea del modelo AMPS. Este sistema fue muy usado en Inglaterra y luego en Asia (Hong-Kong y Japón) y utilizaba la banda de frecuencia de 900 MHz.
- **ETACS** (Sistema de comunicaciones de acceso total extendido): Es una versión mejorada del estándar TACS desarrollado en el Reino Unido que utiliza una gran cantidad de canales de comunicación.

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

2.2.2 Sistemas Móviles de Segunda Generación (2G)

La segunda generación de redes móviles (**2G**) marcó un quiebre con la primera generación de teléfonos celulares al pasar de tecnología analógica a digital.

Los principales estándares de telefonía móvil de 2G son:

- **GSM** (*Sistema global para las comunicaciones móviles*): El estándar más usado en Europa a fines de siglo XX y también se admite en Estados Unidos. Este estándar utiliza las bandas de frecuencia de 900 MHz y de 1800 MHz en Europa. Sin embargo, en Estados Unidos la banda de frecuencia utilizada es la de 1900 MHz.
- **CDMA** (*Acceso múltiple por división de código*): Utiliza una tecnología de espectro ensanchado que permite transmitir una señal de radio a través de un rango de frecuencia amplio.
- **TDMA** (*Acceso múltiple por división de tiempo*): Emplea una técnica de división de tiempo de los canales de comunicación para aumentar el volumen de los datos que se transmiten simultáneamente.

Gracias a la 2G, es posible transmitir voz y datos digitales de volúmenes bajos, por ejemplo, mensajes de texto (**SMS** siglas en inglés de *Servicio de mensajes cortos*) o mensajes multimedia (**MMS** siglas en inglés de *Servicio de mensajes multimedia*). El estándar GSM permite una velocidad de datos máxima de 9,6 Kbps

Se han hecho ampliaciones al estándar GSM con el fin de mejorar el rendimiento. Una de esas extensiones es el servicio **GPRS** (*Servicio general de paquetes de radio*) que

permite velocidades de datos teóricas en el orden de los 114 Kbits/s pero con un rendimiento cercano a los 40 Kbits/s en la práctica. Como esta tecnología no se encuentra dentro de la categoría "3G", se la llama **2.5G**

El estándar **EDGE** (*Velocidades de datos mejoradas para la evolución global*) anunciado como **2.75G**, cuadruplica las mejoras en el rendimiento de GPRS con la tasa de datos teóricos anunciados de 384 Kbps, por lo tanto, admite aplicaciones de multimedia. En realidad, el estándar EDGE permite velocidades de datos teóricas de 473 Kbits/s pero ha sido limitado para cumplir con las especificaciones IMT-2000 (*Telecomunicaciones móviles internacionales-2000*) de la ITU (*Unión internacional de telecomunicaciones*).

2.2.3 Sistemas Móviles de Tercera Generación (3G)

Las especificaciones IMT-2000 (*Telecomunicaciones móviles internacionales para el año 2000*) de la Unión internacional de telecomunicaciones (ITU) definieron las características de la **3G** (tercera generación de telefonía móvil). Las características más importantes son:

- Alta velocidad de transmisión de datos :
 - 144 Kbps con cobertura total para uso móvil.
 - 384 Kbps con cobertura media para uso de peatones.
 - 2 Mbps con áreas de cobertura reducida para uso fijo.
- Compatibilidad mundial.
- Compatibilidad de los servicios móviles de 3G con las redes de segunda generación.

La 3G ofrece velocidades de datos de más de 144 Kbit/s y de este modo brinda la posibilidad de usos multimedia, por ejemplo, transmisión de videos, video conferencias o acceso a Internet de alta velocidad. Las redes de 3G utilizan bandas con diferentes frecuencias a las redes anteriores: 1885 a 2025 MHz y 2110 a 2200 MHz.

El estándar 3G más importante que se usa en Europa se llama **UMTS** (*Sistema universal de telecomunicaciones móviles*) y emplea codificación **W-CDMA** (*Acceso múltiple por división de código de banda ancha*). La tecnología UMTS usa bandas de 5

MHz para transferir voz y datos con velocidades de datos que van desde los 384 Kbps a los 2 Mbps.

El HSPA (*Acceso de alta velocidad del paquete de Downlink*) es un protocolo de telefonía móvil de tercera generación, apodado "3.5G", que puede alcanzar velocidades de datos en el orden de los 8 a 10 Mbps. La tecnología HSDPA usa la banda de frecuencia de 5 GHz y codificación W-CDMA.

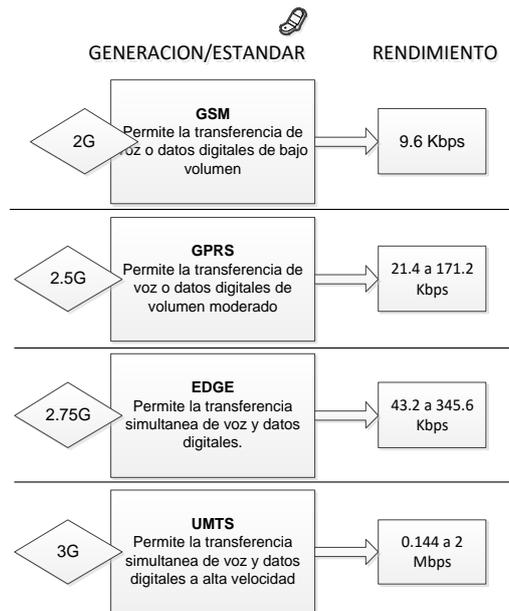


Figura 2.1: Evolución de los Sistemas Móviles[1]

2.3UMTS

UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) es un estándar europeo desarrollado para redes móviles de tercera generación. UMTS, siglas que en inglés hace referencia a los Servicios Universales de Telecomunicaciones Móviles, es miembro de la familia global IMT-2000 del sistema de comunicaciones móviles de tercera generación de la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

UMTS es la propuesta de la ETSI para tercera generación de telefonía celular, siendo éste el sucesor de GSM.

UMTS busca extender las actuales tecnologías móviles, inalámbricas y satelitales proporcionando mayor capacidad, posibilidad de transmisión de datos y un gama de servicios mucho más extensa, usando un innovador programa de acceso radioeléctrico y una red principal mejorada. La cobertura será hecha por una combinación de tamaños de

células en un rango que va de picocélulas a células globales (provistas por satélite), las cuales inclusive darán servicio a regiones remotas del mundo.

UMTS ha sido concebido como un sistema global, que incluye tanto componentes terrestres como satelitales. Terminales multimodales capaces de funcionar también por sistemas de Segunda Generación (2G), tales como las bandas de frecuencias GSM 900, 1800 y 1900 extenderán aún más el alcance de muchos servicios UMTS.

Un requerimiento clave para UMTS es la alta eficiencia espectral para la mezcla de servicios de las diferentes portadoras, en donde la eficiencia espectral se ha propuesto que sea al menos tan buena como la de GSM para la baja velocidad de transmisión. El sistema además debe ser flexible para soportar una variedad de capacidades de cobertura y facilitar la evolución de ésta; en donde debe haber uso y relación entre varios tipos de célula dentro de un área geográfica, incluyendo la habilidad para soportar cobertura en áreas rurales.

UMTS soportará el sistema dual GSM/UMTS, en donde por ejemplo, la selección de célula y el procedimiento de voz será diseñado para acomodar que la red pueda consistir de células GSM, células UTRAN ó combinación de ambas.²

2.3.1 Estructura de la red UMTS

UMTS aparece para integrar todos los servicios ofrecidos por las distintas tecnologías y redes actuales, incluyendo Internet.

El sistema UMTS se compone de 3 grandes bloques:

- **Red central o núcleo de red (Core Network, CN)**
- **Red de acceso de radio (Radio Access Network, RAN ó UTRAN)**
- **Terminales móviles (User Equipment, UE)**

2.3.1.1 Red Central (CN)

La red central también es llamada Core Network (CN) y se encuentra formada por varios elementos como el MSC (pieza central en una red basada en conmutación en circuito) y el SGSN (pieza central en una red basada en conmutación de paquetes).

Algunos requerimientos para UMTS con respecto al CN son los siguientes:

²3GPP TS 22.101 V7.0.0, Service principles, 2005 http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/22_series/22.101/

- CN soportará servicios de datos por conmutación de paquetes con capacidad de al menos 2 Mbit/s.
- El establecimiento de portadora no va a prevenir la conexión de una nueva portadora. Esta portadora puede ser de tipo PS o CS.
- UMTS CN proveerá una solución efectiva de tráfico entre redes.
- UMTS CN proveerá facilidades de soporte para monitoreo y medición de tráfico y características dentro de la red (ej.: control de congestión)

El CN está dividido en un dominio de servicios de conmutación de paquetes y un dominio de servicios de conmutación de circuitos. Redes y terminales pueden tener sólo el dominio PS, sólo el dominio CS ó ambos dominios implementados.

Realiza labores de transporte de información, tanto para tráfico como de señalización y contiene la inteligencia del sistema, a través de esta UMTS se conecta a otras redes de comunicaciones. Elementos: HLR, VLR, AuC, EIR y centros de SMS.

2.3.1.2 Red de Acceso de Radio (RAN o UTRAN)

El equivalente a la BTS de GSM se denomina NodoB y el equivalente a la BSC se denomina RNC. Las radiobases (NodoB) de UMTS podrán ser colocadas con las existentes radiobases de GSM.

Los dos sistemas que abarca UMTS, los llamados modos FDD y TDD, se distinguen por la forma de conseguir la transmisión dúplex: mientras en FDD se emplean distintas portadoras para el enlace ascendente y el descendente, en TDD se emplea una única portadora para todos los usuarios y ambos enlaces, pero dividiéndolos en pedazos de tiempo temporales para ambos enlaces.

El modo TDD puede sólo ser usado para pequeñas distancias, pero esto permite más altas velocidades de transmisión y serviría tal como para comunicaciones de Internet.

2.3.1.3 Terminales móviles (UE)

Se denomina a equipo de usuario o también llamado móvil, al equipo que trae el suscriptor para lograr la comunicación. En la figura 2.2 se observa claramente cómo están interconectados los tres bloques antes mencionados.

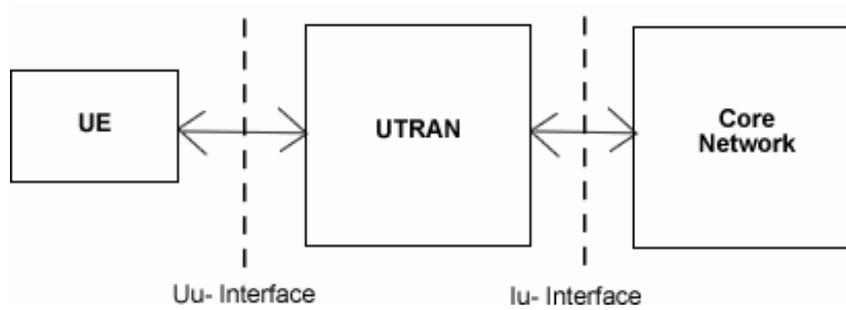


Figura 2.2 Bloques del sistema UMTS. [2]

La velocidad de transferencia de datos va desde los 144 kbit/s sobre vehículos a gran velocidad hasta los 2 Mbit/s sobre terminales en interiores de edificios pasando por los 384 kbit/s para usuarios móviles, o vehículos a baja velocidad. La figura 2.3 da un mejor detalle en la descripción de la arquitectura UMTS.

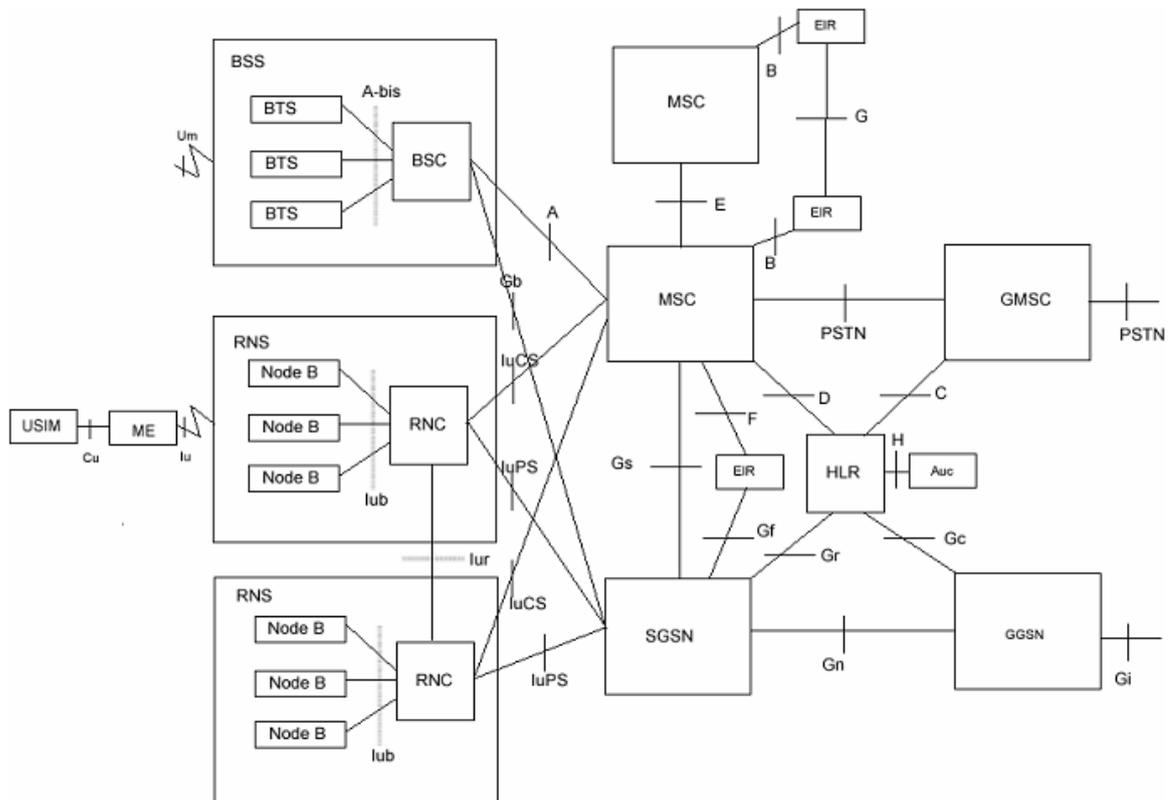


Figura 2.3 Arquitectura de UMTS

En la imagen se incluye también la entidad de acceso a la red GSM (el BSS) para clarificar la relación de estas dos tecnologías.

2.3.2 Elementos de CN

La red central (CN) se encuentra formada por varios elementos como el MSC, el SGSN, GMSC, GGSN, HLR, etc. Los cuales se explicarán a continuación

2.3.2.1 MSC (Mobile Switching Center)

El MSC es la pieza central en una red basada en conmutación de circuitos. El mismo MSC es usado tanto por el sistema GSM como por UMTS, es decir la BSS de GSM y el RNS de UTRAN se pueden conectar con el mismo MSC. Varios BSSs pueden ser conectados a un MSC

La función de un MSC incluye las siguientes cosas:

- Voceo o Paging
- Coordinación de llamadas
- Función de trabajo con otros tipos de redes
- Control del Handover
- Intercambio de señales entre diferentes interfaces
- Asignación de frecuencia

El MSC constituye la interfaz entre el sistema de radio y la red fija. El MSC ejecuta todas las funciones necesarias para el manejo de servicios de conmutación de circuitos hacia y desde la radio base.

En disposición para obtener cobertura de radio de un área geográfica dada, un número de BSS o RNS son normalmente requeridos; aquí cada MSC debe tener interfaz a una o más BSSs o RNSs. Para la cobertura en un país, varios MSC pueden ser requeridos.³

2.3.2.2 HLR (Home Location Register)

El Home Location Register contiene los datos permanentes de registro de suscriptor. La información del suscriptor entra en un HLR cuando el usuario hace una suscripción.

Hay 2 tipos de información en un HLR, el registro de entrada permanente y temporal.

Los datos permanentes incluyen:

³Gert Bostelmann, Rudolf Zarits, "UMTS desing details and system engineering", 2002

- Identidad internacional de suscriptor (IMSI), el cual identifica al suscriptor.
- Posibles restricciones de Roaming
- Clave de autenticación
- Parámetros de servicios suplementarios

Los datos temporales incluyen:

- Identidad local de la estación móvil (LMSI)
- Número de MSC
- Número de VLR

2.3.2.3 VLR (Visitor Location Register)

El VLR contiene información acerca del roaming en esta área de MSC. Un VLR contiene información de todos los suscriptores activos en esta área, aún de quienes se aseguran local. El VLR contiene mucha de la misma información que el HLR, la diferencia es que la información en el VLR está allí temporalmente, mientras que el HLR es un lugar que contiene información permanente.

El VLR contiene toda la información necesaria para manejar las llamadas enviadas o recibidas por el móvil registrado en la base de datos.

Un VLR contiene la siguiente información del usuario:

- Identidad internacional de suscriptor (IMSI)
- Número ISDN de la estación móvil internacional (MSISDN)
- Identidad temporal de la estación móvil (TMSI)
- Identidad local de la estación móvil (LMSI)
- Lugar del área donde la estación móvil ha sido registrada.

2.3.2.4 EIR (Equipment Identity Register)

EIR almacena la identidad internacional del equipo móvil (IMEIs) usado en el sistema

Un EIR puede contener tres listas separadas:

- Lista blanca: Los IMEIs del equipo que está en buen orden
- Lista negra: Los IMEIs de algún equipo reportado perdido.

- Lista gris: Los IMEIs de equipos sabiendo que contienen problemas (tal como software defectuoso)

2.3.2.5 AuC (Authentication Center)

El centro de autenticación se asocia con un HLR. El AuC almacena la clave de autenticación del suscriptor (ki), así como su correspondiente IMSI (International Mobile Subscriber Identity). Estos son datos permanentes que entran en el momento de la suscripción.

El AuC es asociado común HLR y almacena una clave de identidad (KI) para cada suscriptor móvil registrado con el HLR. Esta clave es utilizada para generar datos de seguridad para cada suscriptor móvil:

- Datos, los cuales son usados para autenticación del IMSI (International Mobile Subscriber Identity) y la red.
- Una clave usada para verificar la integridad de la comunicación sobre el radio entre el móvil y la red.

2.3.2.6 SGSN (Serving GPRS Support Node)

El SGSN es el elemento central en la conmutación de paquetes dentro de la red. El SGSN se conecta con UTRAN mediante la interfaz lu-PS y con el GSM-BSS mediante la interfaz GB.

2.3.2.7 Gateway MSC (GMSC)

GMSC es un MSC que está localizado entre la PSTN y los otros MSCs en la red. Su función es rutear llamadas entrantes al apropiado MSC.

La elección de cual MSC puede actuar como GMSC lo decide el operador.

2.3.3 Elementos de UTRAN

El UMTS Radio Access Network (UTRAN) es la red de acceso de radio diseñada especialmente para UMTS. Sus fronteras son la interfaz Iu-PS y la interfaz Uu al equipo de usuario (UE). UTRAN consiste de RNCs (Radio Network Controllers) y Nodos Bs (Base Stations). Ambos elementos forman un RNS (Radio Network Subsystem).

La tecnología básica para UMTS Terrestrial Radio Access Network tiene diversos elementos, los cuales se muestran en la figura 2.4, y se describirán posteriormente.

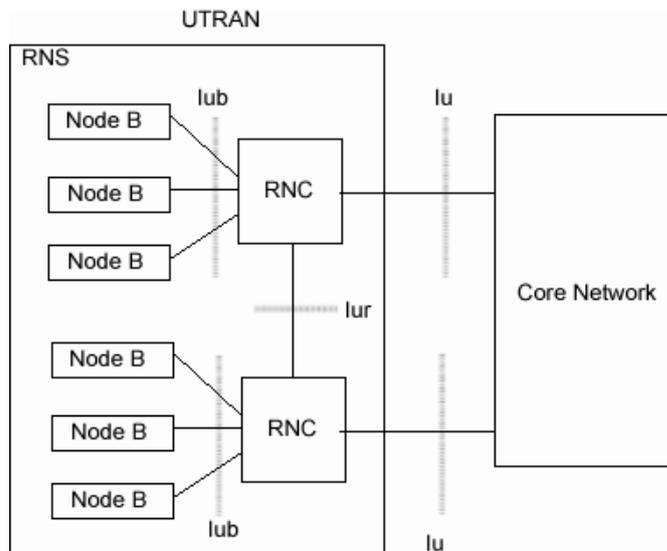


Figura 2.4 Arquitectura de UTRAN

2.3.3.1 RNC (Radio Network Controller)

RNC controla uno o más nodos Bs. Este puede ser conectado a un MSC mediante la interfaz IuCS, o a un SGSN mediante la interfaz IuPS. Un RNC es comparable a un BSC (Base Station Controller) en redes GSM.

El área RNC es un área de cobertura de radio que consiste de una o más células controladas por un RNC. Un RNC es un componente en la red, el cual tiene la función de controlar uno o más nodos B.

2.3.3.2 NODO B

En UMTS el nodo B equivale a una radio base. Éste puede soportar una o más células, aunque en general la especificación solo habla acerca de una célula por nodo B.

El nodo B es equivalente en UMTS al BTS (Base Transceiver Station) de GSM. El nodo B puede dar servicio a una o más células, sin embargo es recomendable que sólo a una. En éste se encuentra la capa física de la interfaz aérea.

Uno de los principios ha sido conservar el manejo de la movilidad y el manejo de la conexión independientes de la tecnología de radio en las interfaces aéreas.

La interfaz de radio puede ser definida como el conjunto de parámetros físicos de radio (radiofrecuencia, espaciado de canal, modulación, etc.) y protocolos para formar el enlace de comunicación entre un móvil y una radio base.

2.3.4 Equipo de usuario (UE)

Un UE en UMTS puede operar en uno de los tres modos de operación: CS, PS/CS o PS. Para UMTS, las capacidades de acceso de radio del UE han sido fijadas para soportar un gran monto de diferentes parámetros.

El UE incluye parámetros multimodo, lo cual significa que el móvil está hecho para soportar tanto UTRA FDD, como UTRA TDD. Además que está hecho para soportar tanto UMTS, como GSM.

Dos modos de conexión son definidos para el UE, modo desocupado (idle) y modo conectado. El modo conectado se realiza cuando la conexión RRC es establecida, la cual se realiza entre el UE y un RNC llamado SRNC.

El UE deja el modo conectado, y regresa al modo desocupado cuando la conexión RRC es liberada o falla la conexión RRC.

En la figura 2.5 se muestra el principio de conexión del UE cuando CN consiste de dos separados nodos de servicio (CS o PS) o un combinado nodo de servicio (CS y PS).

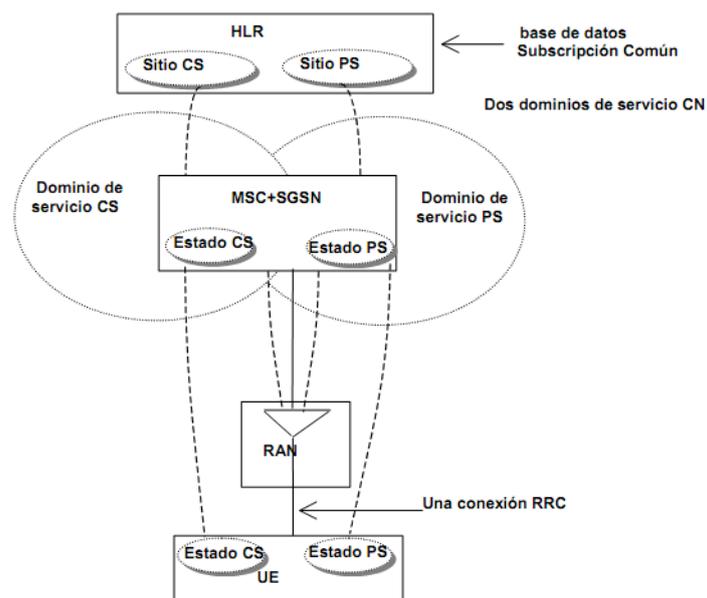


Figura 2.5 Principio de conexión del UE.[3]

En el caso de una arquitectura integrada CN, el CN consiste de ambos dominios, tanto CS como PS con un combinado MSC y SGSN en el nodo principal.

Dentro del UE se encuentra el USIM (UMTS Subscriber Identity Module). El USIM tendrá una única identidad y será asociado con uno y sólo un ambiente.

En una zona será posible identificar únicamente a un usuario por el USIM. El USIM será usado para proveer características de seguridad, también es posible actualizar información específica de USIM a través de la interfaz aérea, en una manera segura.

USIM es una evolución de las SIMs utilizadas en GSM, y en el sistema UMTS estas tarjetas son de mayor memoria, capacidad y permiten un mejor desempeño.

2.4 Interfaces

Las interfaces en el sistema UMTS siguen la convención GSM/GPRS. UTRAN contiene algunas nuevas interfaces, y por lo tanto algunos nuevos nombres. Desde el punto de vista de las especificaciones, hay tres tipos de interfaces en la red UMTS/GSM. La primera categoría contiene las interfaces que son verdaderamente abiertas. Esto significa que ellas son especificadas, y la especificación hace que se pueda adquirir equipos de diferentes fabricantes. En la vieja red GSM, sólo la interfaz A y la interfaz aérea son verdaderamente abiertas. La segunda categoría incluye las interfaces que son especificadas en algunos niveles, pero la interfaz tiene silenciosamente propietario. El equipo para el cual la interfaz podría venir del mismo fabricante. Un buen ejemplo de ello es la interfaz A-bis. La tercera categoría contiene las interfaces para las cuales no hay especificación. Un ejemplo de ellos es la interfaz A e I en la red GSM.

2.4.1 Interfaz Iu

Esta interfaz conecta el núcleo de red y el UMTS Radio Access Network (URAN). Ésta es considerada como un punto de referencia. Dentro de Iu, se encuentra Iu-CS e Iu-PS. Iu-CS es la instancia física de Iu hacia el dominio de servicio CS, y el dominio de servicio de conmutación de circuitos del CN. Iu-PS es la instancia física de Iu hacia el dominio de servicio de conmutación de paquetes del CN.

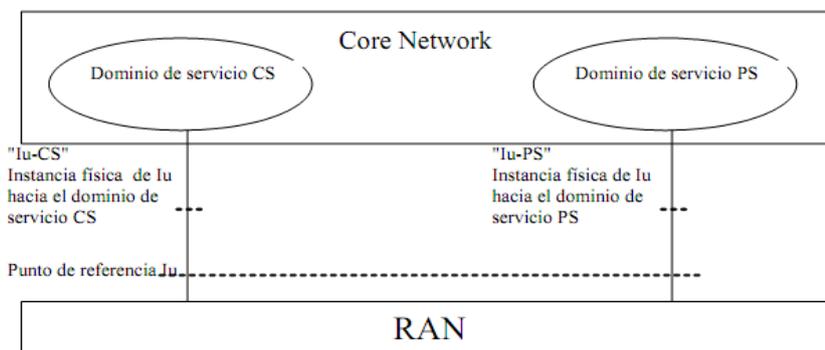


Figura 2.6 Punto de referencia de la interfaz (Iu).[4]

En la figura anterior se muestra la interfaz Iu, y así es como requiere conmutación de circuitos o

conmutación de paquetes, endonde RAN representa UTRAN, ya que actualmente la red de acceso satelitalseestáimplementando.

2.4.2 Interfaz Iub

EstainterfazestásituadaentreelRNCyel nodo B enelUTRAN. Entérminos deGSM ésta corresponde a lainterfaz A-bis, la cual está entre el BTS y el BSC.

CuandoelRNSconsistedeunRNCyunomásnodosB,estainterfazesusada entreelRNCyNodoBparasoportarserviciosofrecidosalusuarioy suscriptorUMTS.La interfazdemáspermitecontroldelequipoderadioy asignaciónderadiofrecuenciasenel nodo B.

2.4.3 Interfaz Iur

LainterfazIurconectados RNC. Ésta interfazpuedesoportarelintercambiode información y datos de usuarios.

2.4.4 Interfaz Uu

Estainterfaz se encuentra entre elequipo de usuario y la red UTRAN.

2.4.5 Interfaz Iu

Estainterfaz conecta a lared central con la red de acceso de radio de UMTS (URAN).

2.4.6 Interfaz MAP

Lasinterfaces quehayentre algunos elementos del Core Network son llamadas interfaces MAP, ya que ellas generalmente usan el protocolo Mobile ApplicationPart (MAP) como protocolo de señalización.

LaintroduccióndeGPRSenGSM trajonuevasinterfaces, lascuales fueron nombradasusandola letraGconuna pequeña letra.Acontinuaciónsemuestraunalistadel significado delasdiferentesinterfaces.

Gf= "fraud" interface

Gi= "Internet" interface

Gp = "PLMN" interface

Gc = "context" interface

Gn = "node" interface

Gb = "base" interface

GnyGp son las interfaces entre SGSN y GGSN. Estas interfaces son usadas para soportar movilidad entre el SGSN y GGSN. La interfaz Gne usada cuando GGSN y SGSN son localizados dentro de un PLMN. La interfaz Gp es usada si GGSN y SGSN son localizados en diferentes PLMNs. La interfaz Gn/Gp además incluye una parte en la cual permite a SGSN para comunicarse suscriptores y datos de usuario, cuando se cambia SGSN. La interfaz Gc es la ruta entre GGSN y HLR. Esta opcional ruta de señalización puede ser usada por el GGSN para recuperar información acerca de la localización y soportar de servicios para el suscriptor, para ser capaz de activar una dirección de red de paquetes de datos.

La interfaz Gf es la interfaz usada entre SGSN y EIR para intercambiar datos, en función que EIR pueda verificar el estado de IMEI recuperado del móvil.

La interfaz entre MSC/VLR y SGSN se denomina interfaz Gs. El SGSN puede enviar información de localización hacia el MSC/VLR a través de la opcional interfaz Gs.

El SGSN puede recibir solicitud de voz del MSC/VLR a través de la interfaz Gs.

El MSC/VLR puede indicar a un SGSN, a través de la interfaz Gs, que un móvil está comprometido en un servicio manejado por el MSC. ⁴

2.4.7 Interfaz B

La interfaz que hay entre el MSC y su asociado VLR se denomina interfaz B. El VLR es la base de datos de control para el roaming del suscriptor móvil en el área controlada por el asociado MSC. Cuando sea que el MSC necesite datos relacionados al móvil en esta área, éste interroga al VLR. Cuando un móvil inicia actualización del lugar común MSC, el MSC informa al VLR, el cual almacena la información relevante. Cuando un usuario activa un servicio suplementario específico, o modifica algunos datos atribuidos a un servicio, el MSC informa (a través del VLR) al HLR, el cual almacena esta información y actualiza el VLR, si lo requiere.

2.4.8 Interfaz C

⁴3GPP TS 22.105 V6.2.0 Services and service capabilities.2005
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/22-series/22.105/>

La interfaz que hay entre el MSC y su asociado HLR se denomina interfaz C. El MSC puede interrogar al HLR del requerido suscriptor para obtener información para una llamada o mensaje cortodirigido a ese suscriptor.

2.4.9 Interfaz D

La interfaz que hay entre el HLR y el VLR se denomina interfaz D. Esta interfaz es usada para intercambiar datos relacionados a la localización del móvil y a la administración del suscriptor. El principal servicio que se provee al móvil es la capacidad para establecer o recibir llamadas dentro de dicha área de servicio. El VLR informa al HLR de la localización de un móvil controlado con un número de equipo.

2.4.10 Interfaz F

La interfaz que hay entre el MSC y EIR se denomina interfaz F. Esta interfaz es usada entre MSC y EIR para intercambiar datos, en orden que EIR pueda verificar el estado IMEI recuperado del móvil.

2.5 PARAMETROS DE SISTEMA DE TELEFONÍA MOVIL

Características básicas de los sistemas celulares

La filosofía de los sistemas celulares es utilizar estaciones base de pequeña o mediana potencia y dar servicio a un área más limitada, como se muestra en la figura 2.7

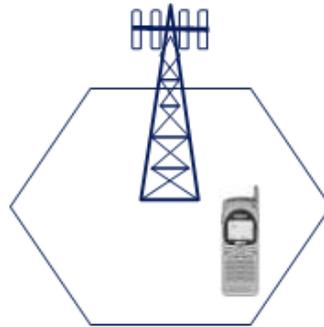


Figura 2.7 Célula

Esta zona de cobertura a la que dará servicio una estación base se conoce como célula. En cada célula se puede utilizar una subbanda (subconjunto) de frecuencias, dentro de la banda total que el operador tenga asignada. De manera que en una célula sólo se ofrece una parte de todos los radiocanales de los que el operador dispone. Para dar cobertura a todo el territorio será necesario utilizar muchas células. El problema puede parecer no resuelto aún, si una célula no puede utilizar los mismos radiocanales que otra no se ha mejorado nada, ya que por supuesto el número de radiocanales sigue estando limitado.

De manera que si las células que utilizan el mismo radiocanal están suficientemente alejadas, al menos la distancia conocida como distancia de reutilización, la señal de una no afectará a la de la otra y no habrá ningún problema con que las dos funcionen a la misma frecuencia. Así se define un reparto de los radiocanales disponibles por el operador entre varias células vecinas, lo que se conoce normalmente como racimo o cluster, y se repite este patrón para dar cobertura a todo el territorio, teniendo en cuenta que las células que comparten el mismo radiocanal tienen que estar suficientemente alejadas. Se conoce como distancia de reutilización a la mínima distancia entre dos células que compartan el mismo radiocanal para que la interferencia cocanal no afecte a las comunicaciones

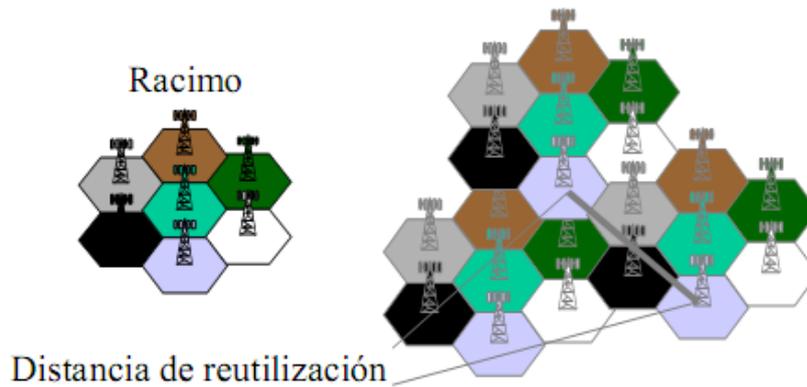


Figura 2.8 Cobertura del territorio con repetición de patrón

Aunque esta reutilización de frecuencias es una de las características más importantes de estos sistemas vamos a señalar a continuación algunas otras características de interés:

- **División celular:** Si en una célula con x radiocanales hay más tráfico del que se puede cursar, porque aumenta el número de usuarios por ejemplo, se puede dividir la célula añadiendo más estaciones base y disminuyendo la potencia de transmisión. Esto es lo que se conoce como Splitting. De manera que en realidad el tamaño de las células variará según la densidad de tráfico, teniendo células más grandes en zonas rurales (de hasta decenas de Km) y células más pequeñas en grandes núcleos urbanos.
- **Compartición de recursos radioeléctricos:** Los radiocanales de una célula se comparten entre todos los móviles que están en la célula y se asignarán de forma dinámica. El estudio del número de radiocanales necesarios en una célula será función del tráfico esperado y se realiza definiendo el Grado de Servicio (GOS) que se pretende ofrecer en términos, normalmente, de la probabilidad de bloqueo en llamada. La probabilidad de bloqueo en llamada es la probabilidad de que un usuario que pretenda establecer una comunicación no pueda porque todos los radiocanales están ya ocupados, cuanto menor sea mayor será el grado de servicio ofrecido.
- **Seguimiento:** El móvil debe estar permanentemente localizado. Deben utilizarse registros de localización que señalen en todo momento dónde se encuentra. De este modo cuando se reciba una llamada para cierto terminal la red sabrá cómo encaminarla.
- **Traspaso:** Es el cambio de radiocanal de una comunicación ya establecida, se denomina HandOff en redes analógicas y HandOver en redes digitales. Debe permitirse

que una comunicación en curso no se pierda al cambiar de célula. Este es el denominado traspaso intercelular. Como los radiocanales utilizados en células vecinas son distintos cuando el usuario cambie de célula cambiará de radiocanal y este cambio debe hacerse de forma totalmente transparente al usuario.

- **Posibilidad de Roaming:** Gracias a que existe una normalización de ámbito internacional en este tipo de redes, GSM, UMTS es posible que un usuario sea localizado y pueda seguir utilizando el servicio incluso si el servicio lo ofrece otro operador, así, por ejemplo, se facilita el movimiento del usuario a través de distintos países. Esto implica un esfuerzo de coordinación entre los operadores, sobre todo en cuanto a la tarificación de las llamadas se refiere.

2.5.1 COBERTURA CELULAR

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, lo que exige acuerdos de interconexión entre diferentes operadoras para extender el servicio a otras áreas de influencia diferentes a las áreas donde cada red ha sido diseñada.⁵

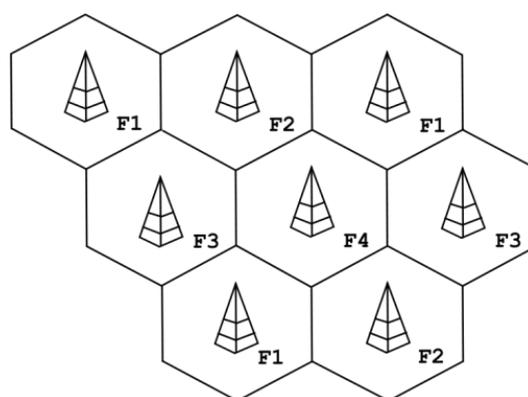


Figura 2.9 Celdas Hexagonales de Redes Celulares

⁵ UNIVERSIDAD SANTO TOMAS, Teoría de la Comunicación

La red celular ideal, tiene celdas hexagonales. En la práctica la cobertura de la celda varía considerablemente dependiendo del terreno, la ubicación de la antena, las construcciones que pudieran interferir, puntos de medición y barreras.

El otro factor que interviene considerablemente en la cobertura es la frecuencia utilizada. Frecuencias bajas tienden a penetrar bien obstáculos, frecuencias altas suelen ser detenidas por objetos chicos.

El efecto de la frecuencia en la cobertura significa que diferentes frecuencias sirven mejor a diferentes usos. Frecuencias bajas, como la de 450 MHz de NMT (en inglés), dan buena cobertura en áreas campestres. La de 900 Mhz de GSM 900 es una solución apropiada para áreas urbanas pequeñas. GSM 1800 usa la banda de 1.8 GHz que ya comienza a ser limitada por paredes. Ésta es una desventaja cuando se habla de cobertura, pero es una ventaja cuando se habla de capacidad. Las pico celdas, por ejemplo, un piso de un edificio, son posibles y la misma frecuencia puede ser usada por celdas que son prácticamente vecinas. UMTS a 2.1 GHz es similar a GSM 1800 en cobertura. A 5 GHz las redes inalámbricas 802.11a tienen ya una muy limitada capacidad para penetrar paredes y suelen ser limitadas a una sola habitación en un edificio. Al mismo tiempo 5 GHz puede penetrar fácilmente ventanas y paredes finas, por lo que son usadas en WLANs.

2.5.1.1 DISEÑO DE LAS CELDAS

La estructura de las redes inalámbricas se diseña teniendo presente la necesidad de superar los obstáculos y manejar las características propias de la radio propagación. Disponer de un radio enlace directo para cada suscriptor, predecir las características de la señal en zonas urbanas donde la densidad de suscriptores es alta y las edificaciones tienen gran influencia en la propagación, son factores que establecen limitaciones fundamentales en el diseño y ejecución de los sistemas inalámbricos orientados a las necesidades personales y empresariales. Los mecanismos que gobiernan la radio propagación son complejos y diversos, y generalmente se atribuyen a fenómenos que sufren las ondas electromagnéticas en su transporte, tales como reflexión, difracción, dispersión y en general pérdidas de propagación. Los requerimientos para reducir el efecto de estos fenómenos en las comunicaciones son definidos de diversas maneras dependiendo de la tecnología utilizada.

Según la capacidad y cobertura requeridas en el área de influencia de las redes, su diseño implicará la utilización de celdas de diferentes radios y las antenas de las estaciones base presentarán diferentes alturas y potencias de transmisión. De allí surgen las definiciones de sistemas macro celulares, micro celulares y pico celulares.

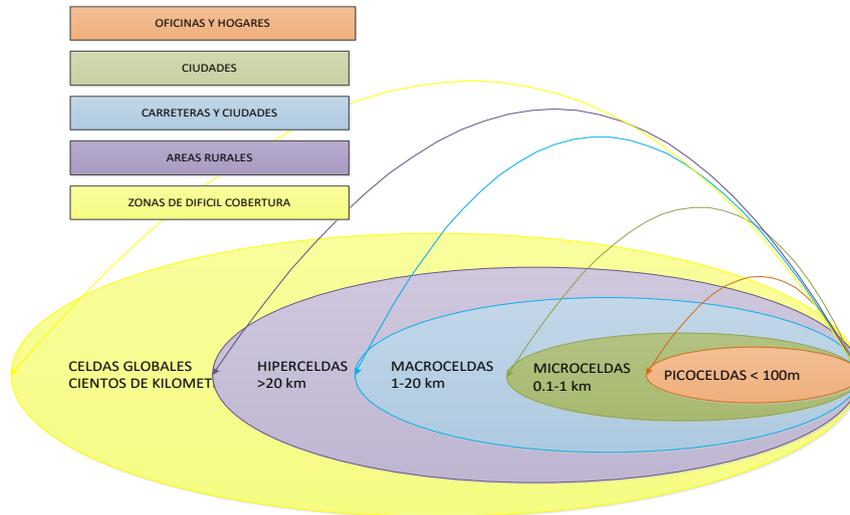


Figura 2.10 Estructura Jerárquica De Celdas

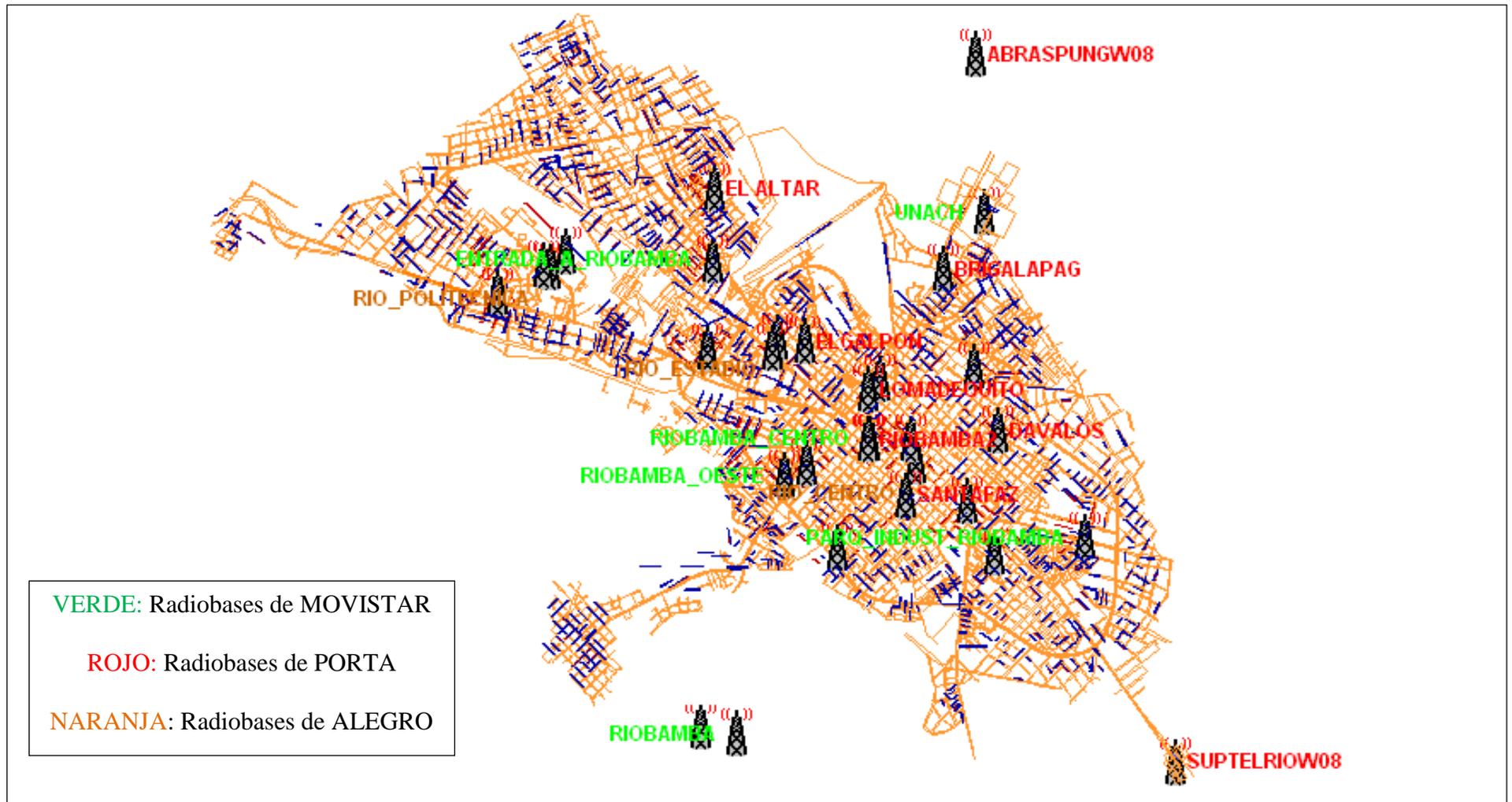


Figura 2.11 RADIOBASES EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA

2.5.2 Operaciones Celulares.

Lo primero que se debe saber sobre una red celular es que se diseña dependiendo del mercado. Es decir, el número de personas con un equipo móvil y la zona geográfica donde estos se encuentran, define el tipo de red celular a ser instalada. En la industria inalámbrica, las áreas de cobertura se conocen como áreas estadísticas metropolitanas (MSA) y áreas estadísticas rurales (RSA). Está permitido que dos portadores proporcionen servicios celulares dentro de cada MSA o RSA. Esto significa que las frecuencias se asignan a ambos portadores en bloques. Los dos bloques de frecuencia dentro de un área de mercado se etiquetan como sistema A o sistema B. Los teléfonos celulares deben estar en la capacidad de poder trabajar en ambos sistemas sin importar la tecnología de esa red. Es decir, si el sistema A es una red AMPS analógica y el sistema B es una red CDMA, los usuarios podrán utilizar sus teléfonos en ambos sistemas.

Dentro de cada bloque de frecuencia existen 21 canales de establecimiento o control. Estos canales funcionan en dos modos hacia delante y en reversa. El canal hacia delante se utiliza para reconocer el estado de la unidad móvil mientras que el reverso lo utiliza la unidad móvil para solicitar una llamada. Cuando un teléfono celular se prende inmediatamente buscará dentro de los 21 canales de control la señal de mayor potencia. Cada canal de control se encuentra asociado con una zona celular. Cuando la unidad móvil determina que señal es la de mayor potencia envía una solicitud de llamada al sitio celular por su canal de control. Así, el sitio celular determinará cuál canal de voz se encuentra disponible y se lo asignará a ese terminal celular asignándole una frecuencia. Entonces, si se realiza una llamada, la voz se conectará a la central por medio de esa frecuencia asignada.

El corazón de las redes celulares es el MSC (Mobile Switching Center), el cual se encarga de administrar el enrutamiento de las llamadas dentro de la red. También controla los handoffs y los accesos a ciertas características de los sistemas y accesos a las bases de datos de la red.

De esta manera, cualquier llamada fuera de esta área necesitará de un servicio de roaming que puede ser proporcionada por la misma compañía u otro proveedor de servicio. Así, los datos del teléfono de un usuario y los servicios por los que paga se encuentran localizados dentro de la base de datos del área local asignada. Cuando un usuario viaja, la compañía

que le brinda el servicio celular debe ser capaz de identificar el área local al que el usuario se ha movilizó. Esto también lo identifica a través del HLR.

Por otro lado, los MSA o RSA tienen acceso a un VLR. Esta es una base de datos de ubicaciones. El HRL solamente conoce el último que da servicio a un usuario. Esta información permanece hasta que la actualiza el VLR que justamente se encarga de reconocer el último sitio donde el terminal móvil se ha ubicado para proporcionarle así el servicio de telefonía.

Con la ayuda de la antena de sitio celular se logra la unión con los transceptores de la estación base. Los transceptores son utilizados para transmitir y recibir llamadas vía aérea. Cada transceptor puede soportar una o múltiples transmisiones por frecuencia, según sea la tecnología de la interfaz aérea. Así, la interfaz aérea se encuentra entre el BTS y el teléfono celular. La interfaz aérea puede ser analógica o digital. Esto significa que si un teléfono celular puede utilizar ambas interfaces está trabajando en modo dual.

2.5.2.1 Establecimiento de una llamada

El paso principal para realizar una llamada o recibirla es registrarse con la red. Cuando se activa un teléfono celular, este envía una señal hacia la red celular. Esta señal posee información de registro, la cual es almacenada en el VLR y el HLR del área de servicio. Así, el registro se envía al MSC, el cual administra el registro de todos los teléfonos celulares en su red. El MSC examina el MIN para determinar si ese equipo debe tener línea activada o no. Luego, el MSC envía un mensaje al VLR. Este actualiza su información creando un registro para el MIN identificado. El VLR identifica la posición del equipo con el MIN indicado e informa al HLR del lugar y solicita un perfil de servicio que se utilizará para el nuevo registro.

Entonces, cuando se marca un número de teléfono celular el código de estación de ese número indica el MSC que se encuentra registrado en el MSC local para el suscriptor. Ahí el MSC debe determinar cómo enrutar la llamada. Cuando el MSC recibe la llamada debe verificar los primeros números generados y consultar con su HRL. El HRL identificará el último MSC. Si el último MSC fue el MSC local el MSC puede consultar el HLR para

determinar exactamente en cuál celda se encuentra ahora el teléfono celular. Si está registrado en otro MSC, el MSC local debe transferir la llamada hacia el MSC de servicio.

Antes de realizarse la transferencia el VLR del lugar consulta con el MSC que está en servicio para determinar cómo se debe conectar la llamada. Luego, el VLR recibe un número de directorio local temporal llamado TLDN (Temporary Local DirectoryNumber). Este TLDN se introduce en el VLR, el cual actualizará el HLR para futuras llamadas.

El VLR en el área visitada identificará cuál celda es a la que se encuentra solicitando el servicio y determinará si esta está activa o inactiva. Si está activo el MSC envía una señal hacia el BSC solicitando que el teléfono celular sea buscado. Luego, la señal de búsqueda enviada al celular le dirá al terminal que frecuencia usar. Cuando el teléfono receptor recibe la señal de búsqueda se conmuta a la frecuencia establecida y envía la confirmación a su BTS que lo reenvía a su BSC, de forma que la llamada se enruta a través del MSC.

Llamada Originada Por El Móvil

- 1.- Por el enlace ascendente del canal de señalización envía un mensaje a la red de petición de llamada a un número
- 2.- El Nodo B envía este mensaje al MSC a través del RNC. Al mismo tiempo asigna un canal de tráfico de la interfaz radio para esta comunicación. El Nodo B le indica al móvil a cual canal de tráfico debe sintonizarse a través del enlace descendente del canal de señalización.
- 3.- El RNC reserva un circuito de tráfico de su interfaz con el MSC para esta conversación.
- 4.- El MSC chequea si este móvil está en capacidad de realizar la llamada (saldo), y enruta la llamada hacia el destino, y coloca el tono de espera, hasta que el destino responde e inicia la llamada.

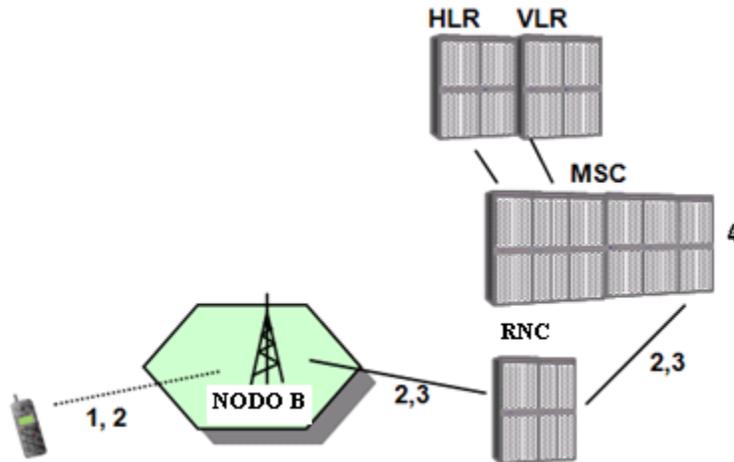


Figura 2.12 Diagrama de llamada originada por el móvil

Llamada Recibida Por El Móvil

Luego de verificar si el móvil destino está activo: (de lo contrario aquí termina el escenario)

- 1.- El MSC envía el mensaje de BUSQUEDA o PAGING a todas los Nodos B con el área de localización donde se encuentra el móvil. Se reserva el circuito de voz en la interfaz terrestre
- 2.- Por el enlace descendente del canal de señalización los Nodos B envían un mensaje a los móviles de PAGING al número destino
- 3.- El móvil destino contesta al mensaje de PAGING a través del enlace ascendente de señalización
- 4.- El Nodo B le asigna un canal de tráfico, y le informa que cambie a este a través del enlace descendente del canal de señalización.
- 5.- El Nodo B envía el mensaje de ALERTA y el móvil comienza a repicar.
- 6.- Al móvil contestar, se abre el altavoz y el auricular y comienza la conversación.

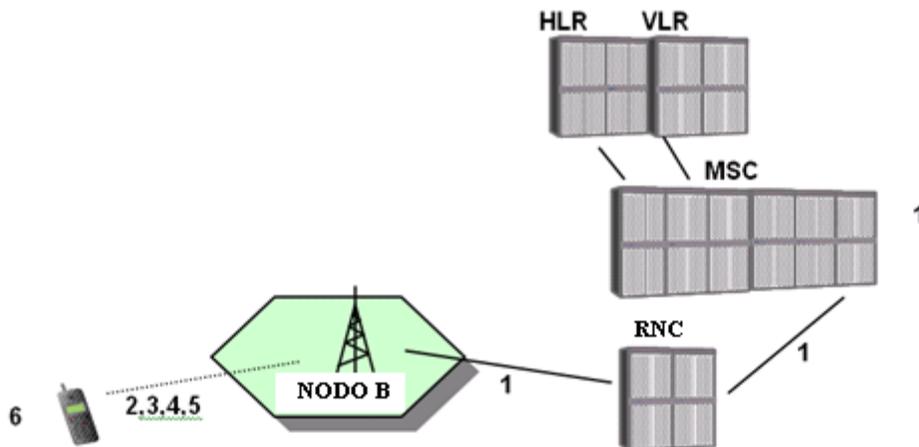


Figura 2.13 Diagrama de llamada recibida por el móvil

2.5.3 LLAMADAS CAÍDAS

Son diferentes las causas para que se produzcan llamadas caídas en la red celular, y se agrupan en dos grupos:

- Fallas en el procesamiento de las llamadas
- Problemas con los teléfonos celulares

2.5.3.1 Fallas en el Procesamiento de Llamadas

Una llamada telefónica sobre una red celular requiere del uso de dos canales de voz full dúplex simultáneamente, uno se llama canal de usuario y el otro, el canal de control. La estación base transmite y recibe, y se llama canal de control directo y canal de voz directo, y la unidad móvil transmite y recibe con el control y los canales de voz diversos.

La conclusión de una llamada dentro de un sistema de radio celular es muy similar a la de telefonía pública conmutada. Cuando una unidad móvil se enciende, realiza una serie de procedimientos de arranque y después prueba la intensidad de la señal recibida en todos los canales de usuario prescritos. La unidad automáticamente se sintoniza al canal con la intensidad de la señal de recepción más fuerte y se sincroniza para controlar la información transmitida por el controlador de sitio de célula. La unidad móvil interpreta la información

y continúa monitoreando el/los canal(es) de control. La unidad móvil automáticamente rastrea periódicamente para asegurarse que está utilizando el mejor canal de control.

Si un suscriptor móvil desea iniciar una llamada y los canales de usuario están ocupados, el conmutador envía un comando de reintento instruyendo al suscriptor que vuelva a intentar la llamada por medio de una célula vecina. Si el sistema no puede distribuir un canal de usuario por medio de la célula vecina, el conmutador transmite un mensaje de intercepción a la unidad móvil que está llamando por medio del canal de control. Cada vez que está llamando a un suscriptor móvil que está ocupado, el que llama recibe una señal de ocupado. Además, si el número que se está marcando no es válido, el sistema envía un mensaje grabado por medio del canal de control o proporciona un aviso de que la llamada no puede procesarse.



Figura 2.14 Proceso de llamada móvil

2.5.3.2 Problemas con los teléfonos celulares

Como el caso de los teléfonos inalámbricos, los teléfonos celulares tienen varias desventajas que debe conocer. Vale aclarar que las desventajas no son necesariamente defectos o fallas en el diseño de un teléfono celular, sino sólo son parte de la naturaleza del producto. En la mayoría de los casos, estas desventajas tienen que ver con el enlace de radio entre el telefonocelular y una estación de celda. Los problemas de los teléfonos

celulares pueden agruparse en dos categorías fundamentales, y son las posibles causas de llamadas caídas en la red:

Pérdidas de señal

Un problema inherente a las señales de radio en la gama de 800 a 900 MHz (banda de comunicaciones celulares) es que las señales tienden a moverse sólo en líneas rectas a partir de su antena. Dichas ondas de radio de alta frecuencia son debilitadas o atenuadas por la humedad de la atmósfera, reflejada por edificios y superficies lisas tales como agua y pueden ser bloqueadas completamente por obstáculos geográficos grandes como montañas y colinas.

Cuando su teléfono celular está en movimiento, la intensidad de la señal recibida puede disminuir lo suficiente en algunos casos como para causar interrupciones breves de la señal recibida. Casos más severos pueden impedir que su señal transmitida llegue a la estación de celda. Observará éstas pérdidas de señal como pausas repentinas en la recepción.

Otra causa común de la pérdida de la señal ocurre cuando uno se aproxima a la región fronteriza de un área de servicio en la que no haya otras estaciones que acepten la transferencia de su conversación. Experimentará un debilitamiento gradual de la señal hasta que comiencen pérdidas breves de la señal. Las pérdidas de señal rápidamente empeorarán hasta que quede completamente desconectado.

Los controles de la estación de celdas generalmente están diseñados para pasar por alto pérdidas menores de señal sin interrumpir su conversación. Sin embargo, pérdidas de señal continua o prolongada pueden hacer que la estación de celda lo desconecte. Con el tiempo sabrá dónde se localizan las áreas de cobertura débil en la región.

Zonas Muertas

En principio, las zonas muertas ocurren por las mismas razones generales que las pérdidas de señal, aunque el área de cobertura débil se presenta a escala mucho mayor. La pérdida de las señales recibidas puede ser tanto tiempo que la estación de celdas interpreta la pérdida

de señal como haber colgado. La estación de celda responde dejando libre el canal perdido, reasignando los canales según lo necesiten otras llamadas.

Áreas con colinas, montañosas o urbes densas, a menudo experimentan zonas muertas. Las señales son absorbidas o reflejadas; evitando que las ondas de radio se propaguen hasta el área deseada. Algunas veces una zona muerta puede eliminarse cambiando la localización de la estación de celda dividiendo la celda para añadir estaciones adicionales que cubran adecuadamente el área afectada.⁶

2.5.4SERVICIO DE MENSAJES CORTOS (SMS)

SMS - Servicio de mensajes cortos. Es un sistema para enviar y recibir mensajes de texto para y desde teléfonos móviles. El texto puede estar compuesto de palabras o números o una combinación alfanumérica. SMS fue creado como una parte del estándar GSM fase 1.

Características

Hay varias características únicas del servicio de mensajes cortos (SMS), según lo definido dentro del estándar digital de telefonía móvil GSM:

- Un mensaje corto puede tener una longitud de hasta 160 caracteres. Esos 160 caracteres pueden ser palabras, números o una combinación alfanumérica. Los mensajes cortos basados en No-texto (por ejemplo, en formato binario) también se utilizan.
- Los mensajes cortos no se envían directamente del remitente al receptor, sino que se envían a través de un centro de SMS. Cada red de telefonía móvil que utiliza SMS tiene uno o más centros de mensajería para manejar los mensajes cortos.
- El servicio de mensajes cortos se caracteriza por la confirmación de mensaje de salida. Esto significa que el usuario que envía el mensaje, recibe posteriormente otro mensaje notificándole si su mensaje ha sido enviado o no.

⁶ Luis Alfonso Rodríguez V. " Curso Práctico de Electrónica Digital Tomo 3
Tecnología Aplicada, 1era edición, Buenos Aires, Argentina 1999

- Los mensajes cortos se pueden enviar y recibir simultáneamente a la voz, datos y llamadas del fax. Esto es posible porque mientras que la voz, los datos y las llamadas del fax asumen el control de un canal de radio dedicado durante la llamada, los mensajes cortos viajan sobre un canal dedicado a señalización independiente de los de tráfico.
- Hay formas de enviar múltiples mensajes cortos. La concatenación SMS (que encadena varios mensajes cortos juntos) y la compresión de SMS (que consigue más de 160 caracteres de información dentro de un solo mensaje corto) han sido definidas e incorporadas en los estándares del GSM SMS.
- Para utilizar el servicio de mensajes cortos, los usuarios necesitan la suscripción y el hardware específico:
 - una suscripción a una red de telefonía móvil que soporte SMS.
 - un teléfono móvil que soporte SMS
 - un destino para enviar el mensaje, o dónde recibir el mensaje. Éste es generalmente otro teléfono móvil pero puede ser una máquina de fax, un PC o un buzón de e-mail.

2.5.4.1 SMS: Elementos de red y Arquitectura

La figura, muestra la estructura básica de la red SMS.

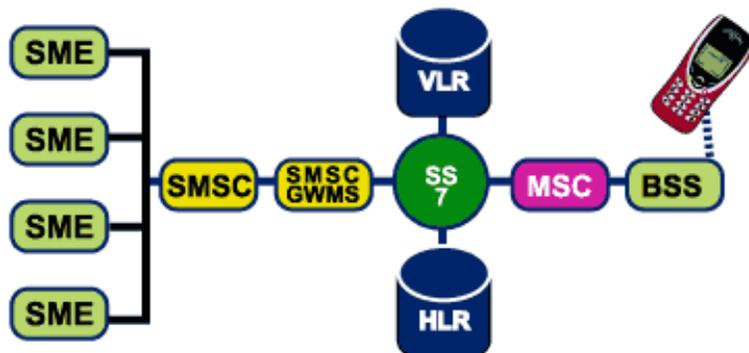


Figura 2.15 Arquitectura y Elementos de una red de SMS

- **SME (Short MessagingEntity):** Entidad que puede enviar o recibir mensajes cortos, pudiendo estar localizada en la red fija, una estación móvil, u otro centro de servicio.
- **SMSC (ShortMessageService Center):** El SMSC, es el responsable de la transmisión y almacenamiento del un mensaje corto, entre el SME y una estación móvil.
- **SMS-Gateway/Interworking MSC (SMS-GMSC):** es un MSC capaz de recibir un mensaje corto de un SMSC, interrogando al HLR (Home LocationRegister) sobre la información de encaminamiento y enviando el mensaje corto al MSC visitado de la estación móvil receptora. El "SMS-Gateway/Interworking MSC" es un MSC capaz de recibir un mensaje corto de la red móvil y enviarlo hacia el SMSC apropiado. El SMS-GMSC/SMS-IWMSC está normalmente integrado en el SMSC.
- **HLR (Home LocationRegister):** Es una base de datos usada para el almacenamiento permanente y gestión de los usuarios y el perfil del servicio. Sobre la interrogación del SMSC, el HLR le proporciona la información de encaminamiento para el usuario indicado. El HLR, también informa al SMSC, el cual previamente inició un intento de envío de SMS fallido a una estación móvil específica, que ahora la estación móvil es reconocida por la red y es accesible.
- **MSC (Mobile Switching Center):** Lleva a cabo funciones de conmutación del sistema y el control de llamadas a y desde otro teléfono y sistema de datos.
- **VLR (VisitorLocationRegister):** Es una base de datos que contiene información temporal de los usuarios. Esta información, la necesita el MSC para dar servicio a los usuarios de paso (que están de visita).
- **BSS (Base StationSystem):** Formada por el BSCs(base-stationcontrollers) y por BTSs (base-transceiverstations), su principal responsabilidad es transmitir el tráfico de voz y datos entre las estaciones móviles.

- **MS (mobilestation):** terminal sin hilos(wireless) capaz de recibir y originar tanto mensajes cortos como llamadas de voz.

2.5.4.2SMS: Operaciones para el envío de SMSs

El MAP, define las operaciones necesarias para dar soporte al SMS. Ambos estándares, el americano y el europeo han definido el MAP usando los servicios del SS7 TCAP (transationcapabilitiesapplicationpart).

Operaciones básicas del MAP necesarias para proporcionar servicio de mensajes cortos punto a punto:

- **Solicitud de Información de Encaminamiento:** El SMSC extrae esta información del HLR para determinar el servicio MSC para la estación móvil tratada. Este proceso se realiza antes de entregar el mensaje.
- **Envío del Mensaje Punto a Punto:**Mecanismo que da significado al SMSC para transmitir un mensaje corto hacia el MSC que sirve a la estación móvil e intenta enviar un mensaje a una MS siempre que la MS está registrada. La operación del envío del mensaje corto proporciona un servicio de envío confirmado. La operación trabaja conjuntamente con el subsistema de la MS mientras el mensaje está siendo remitido del MSC hacia la MS.
- **Indicación de Espera del Mensaje Corto:** Esta operación se activa cuando el intento de envío por parte del SMSC falla debido a algún incidente temporal. Esto da pie a que el SMSC solicite al HLR que añada una dirección SMSC a la lista de SMSC's para ser informado cuando la estación móvil indicada esté accesible.
- **Alerta del Centro de Servicio:** Esta operación hace que el HLR informe al SMSC, el cual previamente ha intentado enviar un mensaje corto sin éxito a la estación móvil especificada, que la estación móvil es accesible en ese momento.

2.5.4.3 Elementos de Servicio

SMS comprende múltiples elementos de servicio para el envío y recepción de mensajes cortos.

- Período de Validación: Indica el tiempo que el SMSC puede garantizar el almacenamiento del mensaje corto antes del envío al destinatario deseado.
- Prioridad: Información proporcionada por un SME indicando la prioridad del mensaje.

Además, SMS proporciona un tiempo de más, señalando el que tarda el mensaje en ser enviado y una indicación al handset de si hay o no más mensajes que enviar (GSM), o el número de mensajes a enviar (IS-41).

SMS: Pasos para el envío

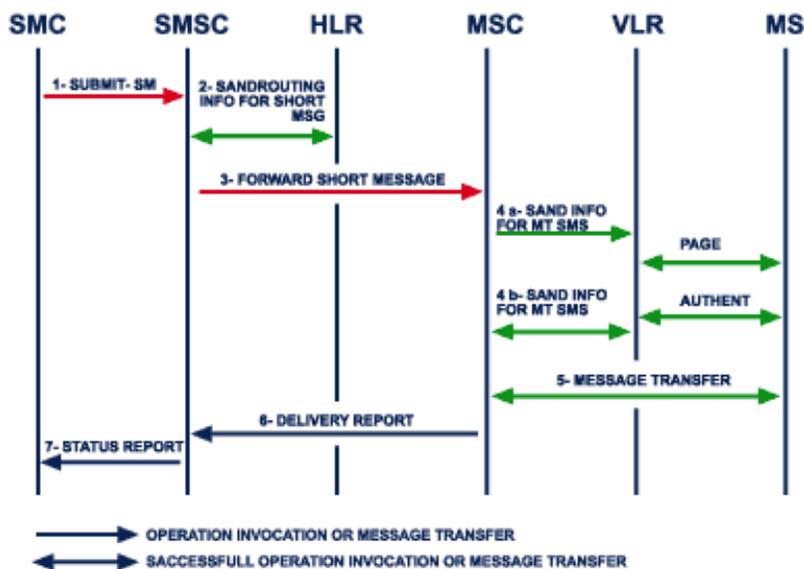


Figura 2.16 Estructura de transmisión de mensajes SMS

1. El mensaje corto es enviado del SME al SMSC.
2. Después de completar su proceso interno, el SMSC pregunta al HLR y recibe de la misma información de encaminamiento del usuario móvil.

3. El SMSC envía el mensaje corto hacia el MSC.
4. El MSC extrae la información del usuario del VLR. Esta operación puede incluir un procedimiento de autenticación.
5. El MSC transfiere el mensaje corto al MS.
6. El MSC devuelve al SMSC el resultado de la operación que se está llevando a cabo.
7. Si lo solicita el SME, el SMSC retorna un informe indicando la salida del mensaje corto.

SMS: Pasos para la recepción

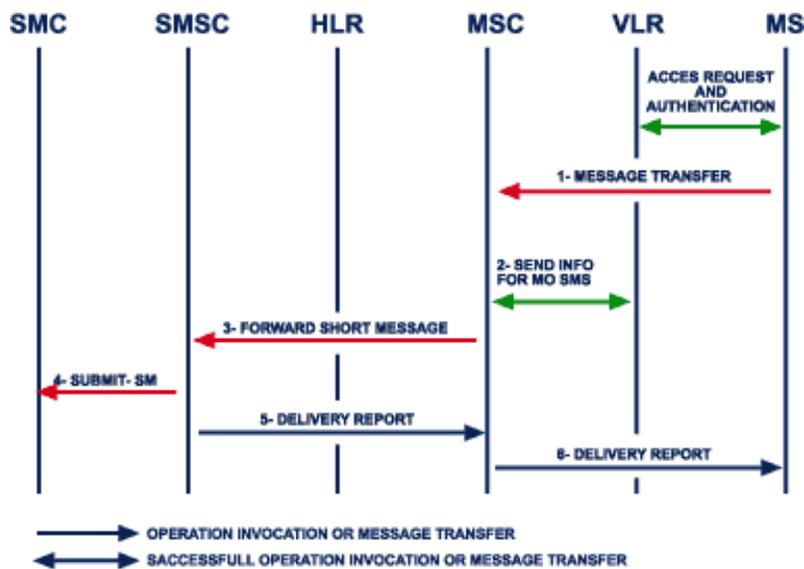


Figura 2.17 Estructura de recepción de mensajes SMS

1. La MS transfiere el mensaje corto al MSC.
2. El MSC interroga al VLR para verificar que el mensaje transferido no viola los servicios suplementarios o las restricciones impuestas.
3. El MSC envía el mensaje corto al SMSC usando el mecanismo forwardShortMessage.
4. El SMSC entrega el mensaje corto al SME.
5. El SMSC reconoce al MSC el éxito del envío.
6. El MSC devuelve a la MS el resultado de la operación de envío.

2.5.4 SMS: Principales aplicaciones

Las principales aplicaciones basadas en SMS son:

- Simples mensajes de persona a persona. - Los usuarios de telefonía móvil, para comunicarse con otro, utilizan rutinariamente el Servicio de Mensajes Cortos.
- Notificaciones del buzón de voz y fax - El uso más común de SMS, es para notificar al usuario de telefonía móvil que tiene un nuevo mensaje de voz o fax. Cuando un nuevo mensaje nos llega a nuestro buzón, una alerta en forma de SMS, nos informa de este hecho.
- Mensajes Unificados - Se trata de un emergente servicio de red de valor añadido particularmente convincente, ya que proporciona una interface a la gente, para acceder a las diferentes clases de SMSs que recibe (voz, fax, e-mail...). El usuario recibe un mensaje corto, notificándole que tiene un nuevo mensaje en su buzón de mensajes, incluyendo éste a menudo una indicación del tipo del nuevo mensaje que ha sido depositado.
- Alertas de e-mail - Uniendo el correo electrónico con SMS, los usuarios pueden ser notificados cada vez que reciben un email.
- Descarga de Melodías.
- Chat basado en SMS, se trata de una aplicación que está emergiendo.
- Servicios de Información - Solicitas a una fuente pública o privada que te envíe periódicamente información sobre algún tema en concreto a tu terminal móvil.

2.6 Relación entre UMTS y WCDMA

UMTS es un sistema muy generalizado en donde se encuentra el estándar WCDMA. Se podría decir que sólo WCDMA es una parte del sistema UMTS, es decir es sólo la interfaz de radio de UMTS. Por lo tanto UTRAN, que también se puede llamar WCDMA, es una parte de la interfaz de radio de UMTS.

La interfaz aérea en UMTS tiene un soporte flexible de servicios mezclados, servicios de velocidad variable, y un eficiente modo de paquetes. Cabe destacar que la interfaz entre el UE y la red UTRAN es la tecnología WCDMA, es decir, la conexión entre el equipo de usuario y la red de acceso de radio para UMTS es mediante la tecnología WCDMA.⁷

La clave de las propiedades enfatizadas en WCDMA es mejorar funciones en sistemas de segunda generación incluyendo:

- Mejora de capacidad.- Donde la principal razón para la mejora es la frecuencia extra debido al alto ancho de banda.
- Mejora de cobertura
- Un alto grado de servicios flexibles, incluyendo:
 - Soporte de un rango ancho de servicios con máxima velocidad de bit cerca de los 2 Mbps y la posibilidad para múltiples servicios en una sola conexión.
- Un alto grado de flexibilidad de operación
- El rápido control de potencia en el downlink dará mejoras en las funciones
- Soporte flexible de nuevos servicios multimedia.- Esto se logra con servicios de velocidad variable.

2.7. Servicio de datos en WCDMA.

Debido a la demanda de nuevos servicios que proporcionen altas tasas de datos, es necesario emplear técnicas de transmisión mejoradas para WCDMA, el acceso de paquetes a alta velocidad, HSPA (*High-Speed Packet Access*) proporciona altas tasas de datos bajo la plataforma WCDMA, lo que representa para los usuarios tiempos de respuesta más cortos y menos retrasos.

HSPA está formado por: el acceso de paquetes a alta velocidad para el enlace de bajada, HSDPA (*High-Speed Downlink Packet Access*) y el acceso de paquetes a alta velocidad para el enlace de subida, HSUPA (*High-Speed Uplink Packet Access*).

El tipo de modulación empleada en HSPA es 16QAM para el enlace de subida, y 64QAM para el enlace de bajada. La modulación 16QAM permite tasas de datos máximas de hasta 12 Mbit/s, mientras que la modulación 64 QAM permite tasas de datos de hasta 21 Mbit/s

⁷Erick Dahiman, Björn Gudmundson, Mats Nilsson and Johan Sköld, "UMTS/IMT-2000 Based on Wideband CDMA", IEEE Communications Magazine, September 1998

en el enlace de bajada. HSPA incrementa hasta cinco veces más la capacidad en el enlace de bajada y hasta dos veces más en el enlace de subida. HSPA puede aumentar la capacidad de varias formas: compartiendo el canal de transmisión, lo que provoca un empleo eficiente de los códigos disponibles y de los recursos de potencia, o teniendo un intervalo de tiempo más corto, que reduce el tiempo de ida y vuelta.

Un beneficio que HSPA puede proporcionar a WCDMA es que no necesita de portadoras adicionales es decir ambos pueden usar la misma portadora. Además HSPA y WCDMA pueden compartir todos los elementos de red, en la red principal.

El objetivo principal es aumentar las tasas de datos de usuario y la calidad de servicio (QoS), y en general mejorar la eficiencia espectral para servicios de paquetes de datos en el enlace de bajada.

El aumento de la eficiencia espectral gracias a HSDPA es atribuido a varias tecnologías que han sido incorporadas a este sistema, como por ejemplo la Modulación Adaptable, o la petición rápida de repetición automática híbrida, HARQ (*FastHybridAutomaticRepeatRequest*).

Las técnicas investigadas en el estudio para HSUPA fueron las siguientes: HARQ de la capa física para el enlace de subida, modulación de alto orden, rapidez de la estación base fundamentada en la planeación del enlace de subida, baja longitud en el tiempo de intervalo de transmisión del enlace de subida (TTI).

2.8 HSDPA.

Se definen básicamente tres formas en las que se puede descargar un paquete y realizar una comunicación mediante el establecimiento de un circuito. Estos métodos ofrecen tasas relativamente altas si lo comparamos con los sistemas de segunda generación, pero para las aplicaciones actuales quedan un poco obsoletas. Es por eso que surge HSDPA, ante la necesidad de los usuarios de tener mayores tasas de transmisión en cuanto a descarga de paquetes se refiere. Dicha tecnología permite básicamente una mejora en las tasas de transmisión de descarga, llegando teóricamente hasta los 14 Mbps mientras que en subida se sigue manteniendo el mismo esquema que en UMTS, con tasas máximas de 384 Kbps. También se introducen mejoras en cuanto a la arquitectura de la red, como el acceso al subsistema multimedia IP o IP Multimedia Subsystem (IMS), con lo cual se pretende

unificar el núcleo de la red móvil con los otros tipos de redes como la de datos y la de telefonía fija, evolucionando a una red de siguiente generación o NextGeneration Network (NGN). Además, se mejora también el uso de la modulación y se derivan funciones al nodo B, con lo que el control ya no se realiza íntegramente por el RNC. Esto genera una reducción en los tiempos de transmisión mejorando de esta forma el rendimiento de la red.

	WCDMA	HSDPA
TASA DE DATOS MAXIMA POSIBLE (DW/UP)	512/384 (Kbps)	7200/384 (Kbps)
TASA DE DATOS PROMEDIA (REAL)	200 a 300 (Kbps)	400 a 700 (Kbps)
CANALIZACION	5 MHz	5 MHz
LATENCIA	200 ms	130 ms

Tabla 2-1 Comparación Wcdma/Hsdpa[5]

WCDMA existen varios métodos para la transmisión de paquetes en el enlace de bajada. Se trata de tres canales; el canal dedicado DCH, el canal de acceso directo FACH y el canal compartido para el enlace de bajada DSCH.

La primera fase de HSDPA se ha especificado en 3GPP en la revisión 5. Esta fase introduce nuevas funciones básicas y está diseñada para alcanzar tasas de datos de 14.4Mbps. La segunda fase de HSDPA se especifico dentro de 3GPP en la revisión 6 y está diseñada para alcanzar tasas de datos de 28.8Mbps.

Actualmente se encuentra en desarrollo la tercera fase de HSDPA (revisión7) principalmente se concentrará en la interfaz de aire. Introducirá una nueva interfaz de aire con frecuencia ortogonal, multiplexaje y esquemas más avanzados de modulación. La fase tres de HSDPA tiene como objetivos tasas de datos de 50 Mbps ⁸

HSDPA también introduce multiplexaje en tiempo. Esto quiere decir que varios usuarios comparten el mismo canal y cuando un usuario no usa un recurso disponible se asigna a otros. Los dos nuevos canales físicos introducidos en HSDPA son el canal compartido para el enlace de bajada físico de alta velocidad, HS-PDSCH (*High*

⁸ High Speed Downlink Packet Access, Tektronix, 2004.

SpeedPhysicalDownlinkSharedChannel) y el canal de control físico dedicado de alta velocidad, HS-DPCCH (*High SpeedDedicatedPhysical Control Channel*).

El HS-PDSCH es el mecanismo de transporte para los nuevos canales lógicos. Éste lleva datos reales, utiliza modulación adaptable y su potencia es controlada por la estación base.

Los nuevos canales lógicos son el canal compartido en el enlace de bajada, HS-DSCH (*High SpeedDownlinkSharedChannel*) y el canal de control compartido de alta velocidad, HS-SCCH (*High SpeedShared Control Channel*).

El HS-DSCH proporciona el mecanismo de transferencia lógica para los datos que son transportados sobre el canal físico HS-PDSCH.

El HS-SCCH es el canal que señala el enlace de bajada y proporciona información a la estación móvil. En la tabla 2.2 se muestran las características de los canales físicos y uno de los canales lógicos.

Parámetros físicos							
	Nombre	Dirección	Objetivo	Factor de dispersión	Modulación	Canal de código	Sincronización
HS-PDSCH (High Speed Physical Downlink Shared Channel)	Canal compartido para el enlace de bajada físico de alta velocidad	Enlace de bajada	Portadoras de datos de usuario en el enlace de bajada hasta de 14.4 Mbps.	16	QPSK o 16QAM	Tasa 1/3 codificación turbo, empleo de HARQ	HS-PDSCH comienza 5120 chips después del principio de HS-SCCH.
HS-SCCH (High Speed Shared Control Channel)	Canal de control compartido de alta velocidad.	Enlace de bajada	Portadoras de control de la información para HS-PDSCH: <ul style="list-style-type: none"> • Canalización de la información del conjunto de código. • Información del esquema de modulación. • Información del bloque de transporte. • El HARQ procesa la información. • Nuevo indicador de datos. • La EM identifica a H-RNTI. 	128	QPSK	Tasa 1/3 codificación convolucional.	Tiempo de alineación con P-CPCH
HS-DPCCH (High Speed Dedicated Physical Control Channel)	Canal de control físico dedicado a alta velocidad.	Enlace de subida	Portadoras de control de la información: <ul style="list-style-type: none"> • HARQ ACK / NACK • Reportes CQI 	266	BPSK	Codificación de canal por HARQ ACK o codificación de canal por NACK para CQI.	La sincronización para el enlace de subida DPCH depende del enlace de bajada y la sincronización de HS-PDSCH.

Tabla 2.2 Características de los nuevos canales físicos y lógicos de HSDPA [6]

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

SERVICIOS MÓVILES AVANZADOS

3.1 Características Generales

El Servicio Móvil Avanzado (SMA) es un servicio final de telecomunicaciones del servicio móvil terrestre, que permite toda transmisión, emisión y recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos, voz, datos o información de cualquier naturaleza.⁹

El SMA en el Ecuador se desarrolla en un régimen de libre competencia, con cobertura nacional, tanto en áreas rurales como en áreas urbano marginal atendiendo al régimen de servicio universal.

La instalación, prestación y explotación del SMA se hace en base a un título habilitante, previa autorización del Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), la cual es una concesión otorgada por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

Los sistemas involucrados en la prestación final del servicio, esto es, la banda de frecuencias que enlaza a las estaciones de base con las estaciones móviles terrestres, utilizan las frecuencias esenciales del SMA.

Todas las otras frecuencias que se utilicen como soporte de transmisión para la prestación del SMA, son frecuencias no esenciales.

El espectro radioeléctrico de frecuencias esenciales para el SMA de acuerdo con las recomendaciones del Reglamento de Radiocomunicaciones de la ITU y el Plan Nacional de Frecuencias, esta subdivido en las siguientes bandas:¹⁰

- a) 824 MHz a 849 MHz; y

⁹Ley Especial de Telecomunicaciones, Corporación de estudios y publicaciones, tomo II, junio 2009

¹⁰Plan Nacional de Frecuencias, CONATEL

b) 869 MHz a 894 MHz (véase Figura.3. 1)

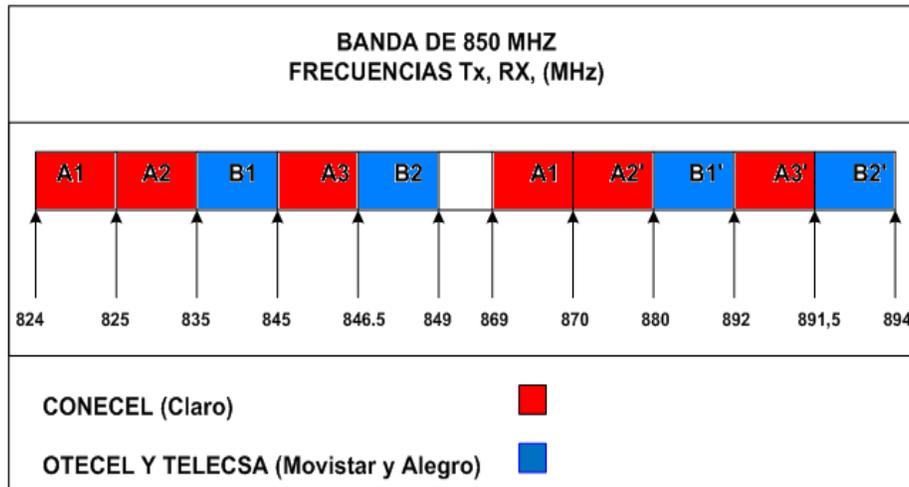


Figura. 3.1. Distribución de Frecuencias en la Banda 850 MHz

c) 1710 MHz a 2025 MHz; y,

d) 2110 MHz a 2200 MHz (véase Figura.3. 2)

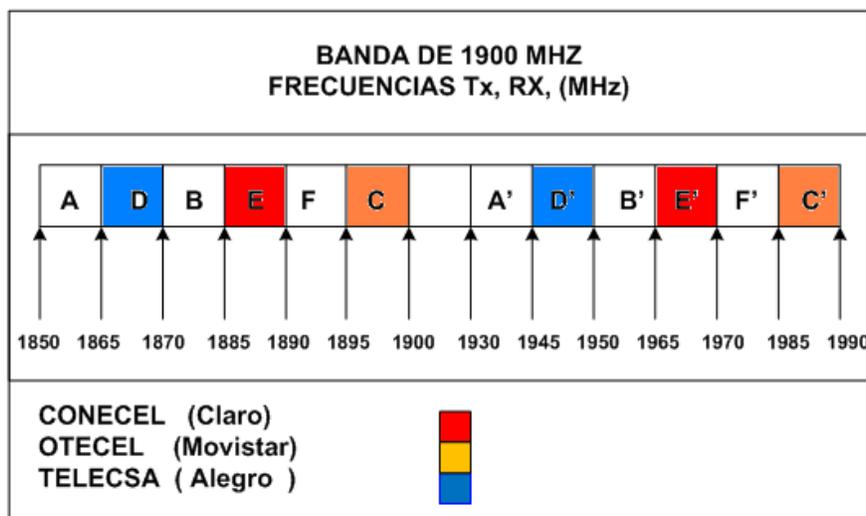


Figura.3.2. Distribución de Frecuencias en la Banda 1900 MHz

Actualmente en el Ecuador, existen tres concesionarios del SMA: CONECEL S.A. (Porta), OTECEL S.A. (Movistar) y TELECSA S.A. (Alegro PCS), los mismos que deben

establecer y mantener un sistema de medición y control de la calidad del servicio, cuyos registros de mediciones deberán ser confiables y de fácil verificación.¹¹

3.1.1 Sociedades Concesionarias

3.1.1.1 Conecel S.A.

Esta concesionaria conocida en el aspecto comercial como Claro, obtuvo la autorización para prestar el Servicio Móvil Avanzado el 26 de agosto de 2008, luego de haber finalizado la concesión para prestar el servicio de telefonía móvil celular iniciada el 26 de agosto de 1993.

La concesión para la prestación del Servicio Móvil Avanzado tiene una duración de 15 años. En la actualidad, CONECEL S.A. trabaja con las tecnologías GSM/GPRS/EDGE y UMTS/HSDPA.

3.1.1.2 Otecel S.A.

Esta concesionaria conocida en el aspecto comercial como Movistar, obtuvo la autorización para prestar el Servicio Móvil Avanzado el 30 de noviembre de 2008, luego de haber finalizado la concesión para prestar el servicio de telefonía móvil celular, iniciada el 29 de noviembre de 1993.

En la actualidad, OTECEL S.A. trabaja con las tecnologías GSM/GPRS/EDGE y CDMA 2000 1XRTT.

3.1.1.3 Telecsa S.A.

Esta concesionaria conocida en el aspecto comercial como Alegro PCS, obtuvo la autorización para prestar el Servicio Móvil Avanzado el 3 de abril de 2003. La concesión para la prestación de este servicio tiene una duración de 15 años.

En la actualidad, TELECSA S.A. trabaja con las tecnologías GSM/GPRS /EDGE y CDMA 2000 EV-DO (Evolution – Data Optimized o Evolution Data Only).

¹¹ Anexo 5 de los contratos de concesión de OTECEL S.A. y CONECEL S.A.

3.2 CONTROL DE PARÁMETROS DE CALIDAD SERVICIO DE VOZ

En el año 2007, las operadoras del Servicio de Telefonía Móvil Celular (SMTC) manifestaron su conformidad con el pedido de la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL), organismo Técnico de Control, de presentar planes técnicos para garantizar la calidad del servicio.

Los parámetros técnicos de calidad para voz y mensajes, que la SUPERTEL controla se lo realiza de acuerdo al artículo 25 de la Resolución 498-25-CONATEL-200 del Reglamento de SMA, los mismos que se definen en el anexo 5 de los Contratos de Concesión de OTECEL S.A. y CONECEL S.A., siendo:

- Porcentaje de llamadas establecidas
- Porcentaje promedio de tiempo establecimiento de llamada
- Porcentaje de llamadas caídas
- Zona de cobertura (Cobertura de Red)
- Calidad de conversación
- Porcentaje de mensajes cortos con éxito
- Tiempo promedio de entrega de mensajes cortos

Parámetro de calidad	Valor Objetivo
Porcentaje de Llamadas Establecidas	$\geq 95\%$
Tiempo de Establecimiento de Llamada	≤ 12 s.
Porcentaje de Llamadas Caídas	RBSs tipo A $\leq 2\%$ RBSs tipo B $\leq 5\%$ RBSs tipo C $\leq 7\%$
Zona de cobertura	Urbana: $\geq 95\%$ Rural o carreteras $\geq 90\%$
Porcentaje de mensajes cortos con éxito	$\geq 95\%$

Parámetro de calidad	Valor Objetivo
Tiempo promedio de entrega de mensajes cortos	≤ 30 s.

Tabla 3.1 Parámetros Técnicos de Evaluación Calidad. ¹²

3.2.1 Porcentaje de Llamadas Establecidas:

Porcentaje de las llamadas establecidas exitosamente respecto al número de intentos de llamadas, en un período de medición.

Se consideran llamadas establecidas exitosamente aquellas que se encuentran en los siguientes casos:

- a) El terminal llamado contesta
- b) El terminal llamado está ocupado. En este caso el destino adecuado *ES EL TONO* de ocupado o la casilla de voz del cliente.
- c) El terminal llamado está apagado o se encuentra fuera del área de servicio, en este caso el destino adecuado es el anuncio grabado correspondiente o casilla de voz
- d) El terminal llamado recibe la llamada pero no contesta y se encamina a la casilla de voz.
- e) El terminal llamado se encuentra con el servicio restringido por falta de pago o a petición del cliente. En este caso el destino adecuado es el anuncio grabado correspondiente o casilla de voz.
- f) El usuario ha marcado un número que no existe. El destino es el anuncio grabado correspondiente.
- g) El terminal llamado timbra, no contesta la llamada y desconecta.

¹²Anexo 5 de los contrato de concesión de las operadoras conecel y otecel

No se consideraran llamadas establecidas las que, por causas inherentes a la red de la Sociedad Concesionaria, son encaminadas al buzón de mensajes o a un sistema de respuesta interactiva (IVR).

Las mediciones son aplicables a las llamadas que se originan y terminan en la misma red de la Sociedad Concesionaria.¹³

El valor objetivo, que deben cumplir las concesionarias debe ser mayor o igual que el 95 % (Ecuación. 2.1)

$$\%llcom \geq 95\%$$

Ecuación 2.1

El índice de porcentaje de llamadas establecidas está dado por la Ecuación. 2.2:

$$\%llcom = \frac{Nllcom}{Nll} * 100$$

Ecuación 2.2

Donde, % llcom es el porcentaje de llamadas establecidas en la red, *Nllcom* es el número de llamadas establecidas exitosamente en la red, y *Nll* es el número total de intentos de llamada en la red.

3.2.2 Porcentaje promedio de tiempo establecimiento de llamada

Es el Intervalo de tiempo medido en segundos que transcurre entre el instante en que el usuario acciona el pulsador de envío de llamada, luego de marcar el número seleccionado y, la recepción del tono de control de llamada. Se mide como el porcentaje de llamadas que se establecen dentro de un intervalo de tiempo definido (% C).

El cálculo para obtener el índice de tiempo promedio de establecimiento de llamadas está dado por la Ecuación. 2.3

¹³Instructivo de la medición de datos de la SUPERTEL

$$\%C = \frac{lle}{tlle} * 100$$

Ecuación 2.3

Donde, % C es el porcentaje de cumplimiento, lle es el total de llamadas establecidas antes de doce (12) segundos de las llamadas establecidas dentro de la red, y tlle es el total de llamadas establecidas en la red.

El valor objetivo trimestral, que deben cumplir las concesionarias debe ser mayor o igual al 95 %.(Ecuación. 2.4)

$$\%C \geq 95\%$$

Ecuación 2.4

3.2.3 Porcentaje de Llamadas Caídas

Es el porcentaje de llamadas caídas (% llc) con respecto al número total de llamadas establecidas. Una llamada será considerada como caída cuando luego de establecida no puede mantenerse por causas atribuibles a la red en evaluación.

El cálculo para obtener el índice de llamadas caídas, de acuerdo al tipo de radiobases, está dado por las siguientes ecuaciones:

$$\% LLc_A = \frac{llc_A}{tllc_A} * 100$$

Ecuación 2.5

$$\% LLc_B = \frac{llc_B}{tllc_B} * 100$$

Ecuación 2.6

$$\% LLc_C = \frac{llc_C}{tllc_C} * 100$$

Ecuación 2.7

Donde, $\% llc A$, $\% llc B$, $\% llc C$ es el porcentaje de llamadas caídas para cada tipo de radiobase, llc es el total de llamadas caídas para cada tipo de celda de las llamadas establecidas en la red y ll es el total de llamadas establecidas para cada tipo de celda en la red.

Los tipos de radiobases se clasificarán conforme a los siguientes criterios:

- **Tipo A:** Aquella con Radiobases adyacentes en todo el perímetro de su área de servicio.
- **Tipo B:** Aquella con Radiobases adyacentes las cuales no cubren el perímetro total de su área de servicio.
- **Tipo C:** Aquella sin Radiobases adyacentes.

Las radiobases adyacentes son aquellas cuyos parámetros de operación garantizan la continuidad en la llamada.

El valor objetivo que deben cumplir las concesionarias, para cada tipo de radiobases, debe ser:

$$\% LLC_A \leq 2\%$$

Ecuación 2.8

$$\% LLC_B \leq 5\%$$

Ecuación 2.9

$$\% LLC_C \leq 7\%$$

Ecuación 2.10

3.2.4 Zona de Cobertura (Cobertura de Red)

Es el área que la Sociedad Concesionaria informa al usuario, dentro de la cual se tendrá un nivel de señal que permita la prestación del servicio concesionado, de conformidad con los valores objetivos establecidos.

El drive test son pruebas en determinadas zonas donde se han generado quejas debido a fallas de cobertura o llamadas pérdidas. Este se realiza a unas velocidades máximas de 40 kilómetros por hora en zonas urbanas y 60 kilómetros por hora en carreteras y zonas rurales.

Los niveles mínimos de acuerdo a la tecnología y para zona urbana están dados por la Ecuación. 2.11.

$$n_s(GSM/UMTS) \geq -85 \text{ dBm} \text{ (Rx Level sobre el canal de Control)}$$

Ecuación 2.11

$$n_s(CDMA/UMTS) \geq -17 \text{ dB} \text{ (Ec/Io sobre el canal de Control)}$$

Ecuación 2.12

El cálculo para obtener el porcentaje de cobertura está dado por la Ecuación. 2.13:

$$\%c = \frac{n_s}{n} * 100$$

Ecuación 2.13

Donde, % c es el porcentaje de cobertura por tecnología y por tipo de zona (urbana o rural y carreteras), ns es el número de muestras con nivel de señal en el canal de control del equipo terminal superiores o iguales del nivel mínimo de acuerdo a la tecnología y por tipo de zona (urbana o rural y carreteras), n es el número de muestras válidas por tecnología y por tipo de zona (urbana o rural y carreteras),.

El porcentaje para las zonas urbanas debe ser mayor o igual al 95 % respecto al nivel de señal dado por la tecnología. (Ecuación. 2.14)

$$\text{Urbana: } \geq 95\%$$

Ecuación 2.14

El porcentaje para las zonas rurales y carreteras debe ser mayor o igual al 90 % respecto al nivel de señal dado por la tecnología. (Ecuación. 2.15)

Rural o carreteras $\geq 90\%$

Ecuación 2.15

Tecnología:	UMTS (RxLevel) Nivel de Recepción	Tolerancia
Urbano:	-85 dBm.	5%
Zonas rurales	-98 dBm.	10%

Tabla 3.2 Niveles Mínimos para nivel de Recepción Zona Urbana y Rural

3.2.5 Porcentaje de SMS Recibidos Con Éxito

Porcentaje del número de mensajes cortos recibidos exitosamente por el usuario destino, con respecto al número total de mensajes cortos enviados por el usuario origen, dentro de la misma red del operador.

El cálculo para obtener el porcentaje de mensajes cortos con éxito está dado por la Ecuación. 2.19:

$$\%Mr = \frac{Mr}{M} * 100$$

Ecuación 2.19

Donde, %Mr es el porcentaje de mensajes cortos recibidos exitosamente, Mr es el número total de mensajes cortos recibidos exitosamente, y M es el número total de mensajes cortos enviados.

El valor objetivo trimestral, que deben cumplir las concesionarias debe ser

$$\%Mr \geq 95\%$$

Ecuación 2.20

3.2.6Tiempo Promedio de Entrega de SMS

Tiempo promedio medido en segundos, transcurrido entre elenvió de un mensaje corto por parte del usuario de origen y la recepción del mensaje por parte del usuario destino, en la misma red del operador. El cálculo para obtener el tiempo promedio de entrega de mensajes cortos está dado por la Ecuación. 2.21.¹⁴

$$Tm = \frac{\sum_{i=1}^{Me} Tt}{Me}$$

Ecuación 2.21

Donde, Tm es el tiempo promedio de envío de mensajes cortos en segundos, Tt es el tiempo transcurrido desde que el mensaje corto es enviado hasta que ha sido recibido por el usuario destino, medido en segundos; y Me es el total de mensajes cortos enviados.

El valor objetivo trimestral, que deben cumplir las concesionarias debe ser:

$$Tm \leq 30s$$

Ecuación 2.22

3.3 RECURSOS INVOLUCRADOS EQUIPO UTILIZADO

3.3.1 Características y Manejo del Equipo de Control Andrew

El equipo utilizado para las pruebas es Invex3G® es una herramienta de Drive test de redes inalámbricas de 2G y 3G que permite realizar pruebas de voz y datos simultáneamente y medir la calidad de factores de servicio como: fallas de origen, llamadas caídas, y baja calidad de llamada.

¹⁴Anexo 5 de los Contratos de Concesión de OTECEL S.A. y CONECEL S.A

Las tecnologías que pueden ser medidas por el INVEX son:

- UMTS WCDMA
- CDMA/CDMA2000® 1X / 1xEV-DO
- GSM/GPRS/EDGE
- IS-136
- AMPS.

3.3.2 Hardware

3.3.2.1 Chasis GWMP8000

La figura nos muestra un chasis GWMP8000 con sus diferentes slots y puertos I/O:



Figura 3.3: Vista Frontal del chasis GWMP8000.¹⁵

En la Figura. 3.3 se aprecia que este chasis puede ser ensamblado hasta con 10 slots, dentro de éstos se pueden establecer los módulos de aislamiento, y el módulo de control del sistema (izquierda), mientras que el slot de la derecha se denomina Módulo GPS/Timebase.

¹⁵FUENTE: IDEM, pág. 16

3.3.2.2 MÓDULOS DEL INVEX 3G

SystemController Module

Permite la comunicación módulo – PC y módulo – módulo. Está compuesto de dos bloques de procesamiento: en el principal se encuentra el procesador (MPC860T @ 50MHz) que controla la conexión (10/100BASE-T), y el procesador de alta velocidad (TMS320LC548 DSP @ 20MHz).



Figura. 3.4: Módulo de Control del Sistema.¹⁶

GPS/Timebase Module

Realiza la interface de GPS interior o externo. Genera una señal de CLK = 9.6 MHz que sirve de referencia a los demás módulos. Proporciona tiempo, longitud y latitud de acuerdo a la configuración de software. Un multiplexor selecciona entre los módulos de GPS interior y externo.

¹⁶FUENTE: IDEM, pág. 28

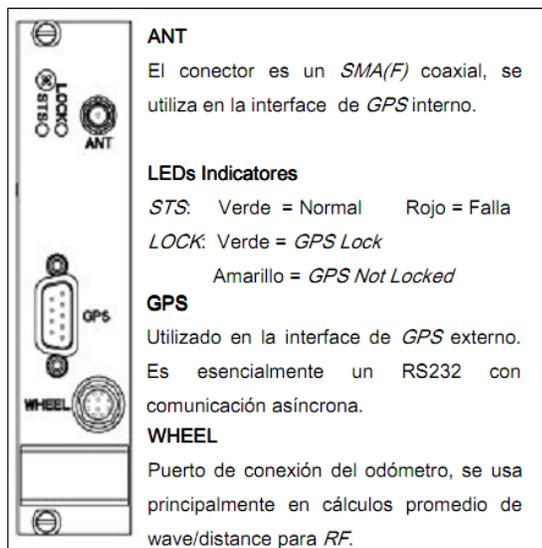


Figura. 3.5: Modulo GPS / Timebase.¹⁷

Communications Interface Module

Cada Módulo de Interface de Comunicaciones acepta dos conexiones de dispositivos. Las conexiones se controlan independientemente y pueden ser los mismos o diferentes dispositivos. El cable de conexión al dispositivo externo (Phone Cable) proporciona la identificación del mismo mediante la diferencia de impedancias en cada tipo de cable de conexión al dispositivo externo (MS).

Permite:

- Interface entre varios dispositivos externos (MS's) y el sistema del chasis.
- Recarga de batería de los dispositivos externos (MS's)
- Audio hacia y desde el dispositivo externo (MS)
- Control digital I/O del dispositivo externo (MS)

¹⁷FUENTE: IDEM, pág. 31

A y B
Puertos de comunicaciones con los dispositivos externos.

LED Indicadores
Cuando el chasis se enciende se realiza una prueba de *leds* (rojo-verde-ámbar-rojo-apagado).

STS - A y STS - B pueden presentar los siguientes estados:

COLOR	ON (ms)	OFF (ms)	INDICACIONES
Verde	400	100	Dispositivo conectado y reconocido. Está listo.
Ámbar	500	500	No se ha detectado el cable
Ámbar	100	900	Chasis no conectado a PC
Rojo	500	500	Cable detectado pero no reconocido, versión de software no es compatible con ese dispositivo.
Rojo	100	100	Error en la comunicación
Verde/Rojo	500	500	Software /INVEX3G (PC) no habilitado




Figura. 3.6 Módulo de Interface de Comunicaciones.¹⁸Figura.3.7: Ensamblaje de módulos¹⁹

3.3.2.3 CABLES DE ALIMENTACION



Figura.3.8: Cables de suministro de alimentación para el Sistema INVEX3G.²⁰

¹⁸FUENTE: IDEM, pág. 34

¹⁹FUENTE: IDEM, pág. 45

²⁰FUENTE: INVEX3G Cables.pdf, pág. 13

PHONE CABLES

Se utilizan para conectar dispositivos al Módulo de Interface de Comunicaciones (CI Module). El conector del teléfono cambia de acuerdo a la marca del dispositivo. A continuación se especifica los phone cables utilizados durante las pruebas de drive test:



Figura.3.9: Phone Cables e Identificación de los mismos.²¹

ETHERNET

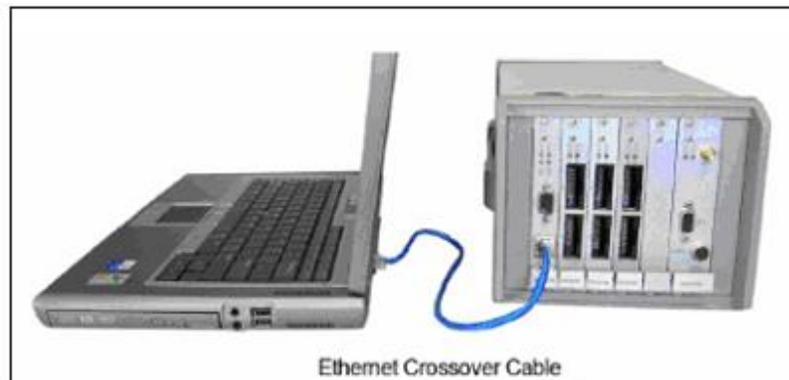


Figura.3.10: Cables de conexión de Ethernet.

²¹FUENTE: IDEM, pág. 3

3.4 SOFTWARE INVEX3G®

Es el software empleado para la configuración del equipo, la cual se utilizará para realizar las pruebas de los distintos parámetros de calidad. El software de Invex3G es compatible con los sistemas de post-proceso (Interpreter™) y productos de prueba de calidad de audio (Score™).

Facilitando:

- Benchmark, optimización, y planeación de redes con tecnologías inalámbricas como: HSDPA, WCDMA, EDGE, GPRS, GSM, EV-DO Rev A, CDMA2000@1X, iDEN, e IS-136.
- Medición de Calidad de Voz (MOS) y paquetes de datos que permite a los portadores calibrar sus niveles de QoS.
- Interpreter y Score son herramientas de análisis de archivos de datos generados por Invex3G, permitiendo de esta manera detectar problemas comunes y resultados de benchmark de la red sometida a drive test.

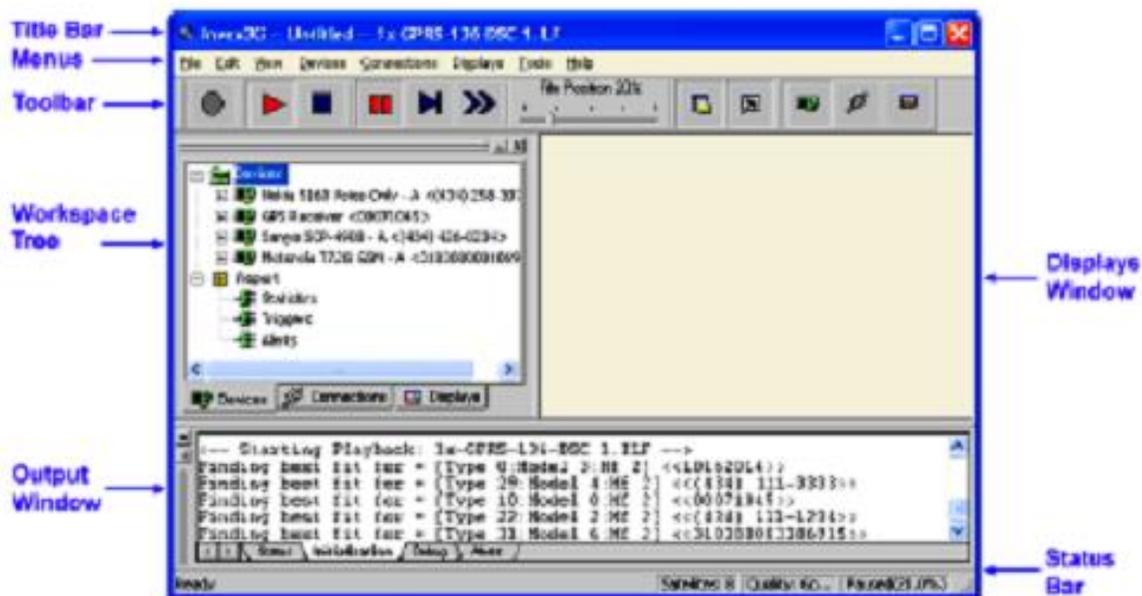


Figura. 3.11: Panel de Software INVEX. .

3.5 PROCEDIMIENTO PARA LA CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO INVEX PARA LA EJECUCIÓN DEL MONITOREO AUTOMÁTICO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL SERVICIO DE VOZ MÓVIL AVANZADO.

Estableceremos los pasos de ejecución para la configuración de los terminales utilizados con el equipo de mediciones móviles *Andrew Telecom InvexNxG* a través del software *InvexNxG*, para determinar los parámetros de calidad establecidos dentro del Control del Servicio Móvil Avanzado que ejecuta la Superintendencia de Telecomunicaciones.

RECURSOS.

- Software de configuración y procesamiento *InvexNxG*.
- Equipo de medición de señales móviles *Andrew Telecom InvexNxG*.
- Terminales LG CU500
- Cables de conexión de los terminales con el equipo *InvexNxG*.
- Cable de red cruzado para la conexión de PC con el equipo *InvexNxG*.
- GPS.

Partiendo de la necesidad y pruebas a ser ejecutadas, se ha planteado el siguiente escenario de pruebas para el monitoreo de la Calidad del Servicio Móvil Avanzado.

Escenario I: Tecnología 3G Implican pruebas de cobertura, llamadas caídas de voz (continua y periódica), establecimiento de llamadas (periódicas), mensajería escrita SMS.

PROCEDIMIENTO.

3.5.1 Conexión equipos.

Se consideran los puertos de los equipos de acuerdo a la siguiente distribución:

Equipo InvexNxGChassis.

1A	2A	3A	4A	5A	T1
1B	2B	3B	4B	5B	

Bajo el escenario citado se conecta los terminales mediante los cables respectivos y la especificación de puertos conforme el detalle a continuación dado.

1A: LG CU500, SIM CONECEL, medición de cobertura (Idle) y SMS.

2A: LG CU500, SIM CONECEL, medición de datos WCDMA UMTS.

4A: LG CU500, SIM OTECEL, medición de cobertura (Idle) y SMS.

1B: LG CU500, SIM OTECEL, ejecución de llamadas continuas.

2B LG CU500, CONECEL, ejecución de llamadas periódicas.

4B: LG CU500, SIM OTECEL, ejecución de llamadas periódicas.

3.5 2 Conexión del GPS

- Puerto GPS ANT.
- Conectar el cable de red Ethernet cruzado hacia la PC (portátil respectiva) en el puerto 10/100 BT, para el *InvexNxGChassis* e *InvexNxG MOS*.

Configuración PC, reconocimiento y configuración de tecnología en dispositivos

- Encender la PC.
- Establecer la conexión TCP/IP configurando la IP de la PC en la red del equipo *InvexNxG*

Panel de Control ->Conexiones de Red ->Conexión de Área Local (clic derecho) -> Propiedades -> Protocolo Internet (TCP/IP) ->Propiedades ->Usar la siguiente direcciónIP: 192.168.3.100, Máscara: 255.255.255.0.

Todos los demás parámetros se mantienen en predeterminados.

- Encender el equipo *InvexNxG* (para *InvexNxGChassis* e *InvexNxG MOS*).
- Abrir aplicación *InvexNxG* en PC.
- Para el reconocimiento de equipo y dispositivos que han sido conectados

EquipoInvexNxGChassiseInvexNxG MOS.

- Seleccionar*Connections ->New*.Aparecerá la ventana *Add New Connections*. Seleccionar *Invex3G Chassis->OK*
- Seleccionar *Connections ->ConnectAll*

Aparecerá una ventana de apertura de conexión como la siguiente, donde la PC es reconocida en la red del equipo *Invex* (IP 192.168.3.254), como se muestra en los siguientes gráficos.

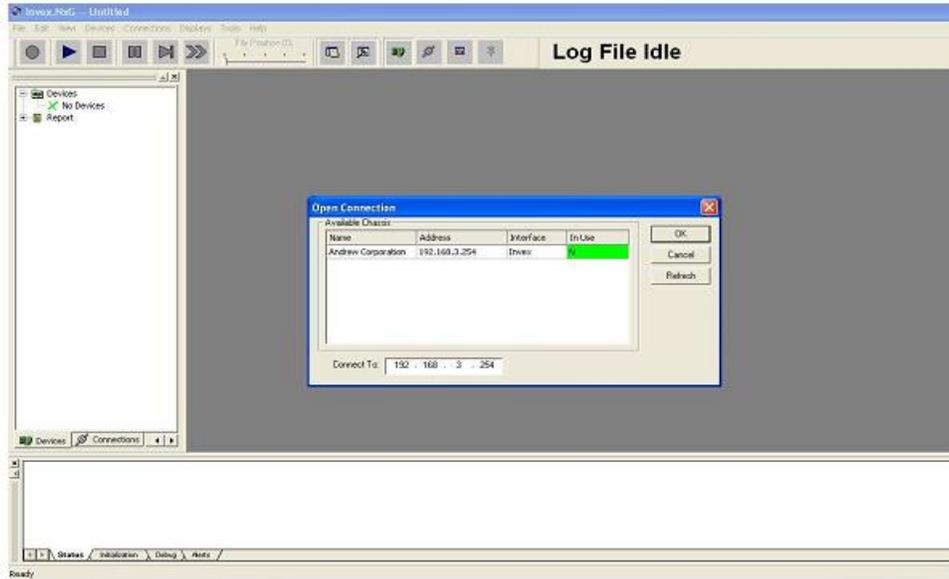


Figura.3.12: Configuración PC, y de tecnología en dispositivos

Clic en OK.

Aparecerá una ventana de reconocimiento del equipo Invox y se iniciará con el proceso de conexión al equipo.

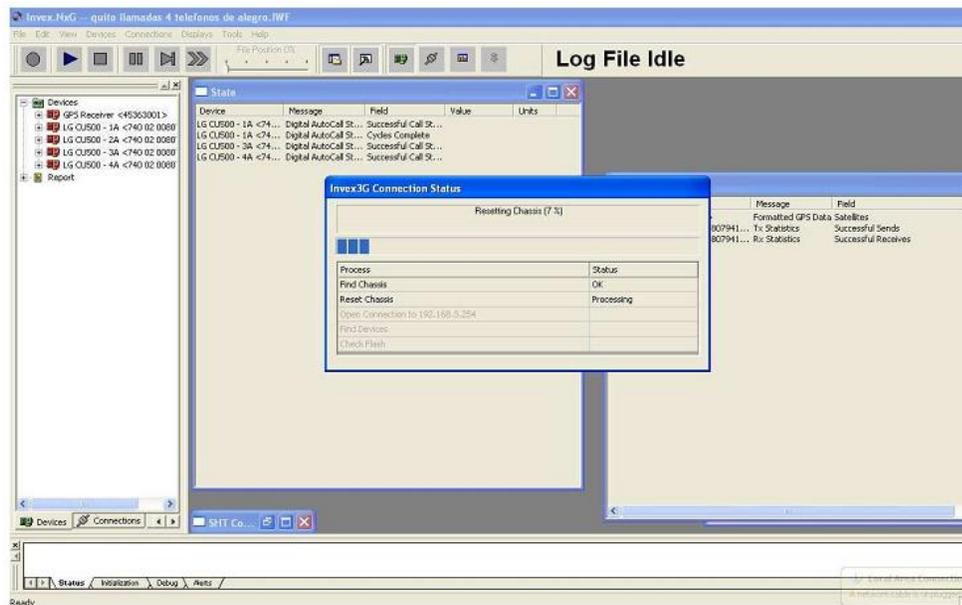


Figura.3.13: Proceso de reconocimiento de equipo Invox

A continuación, el equipo procederá a reconocer los dispositivos conectados.



Figura.3.14: Proceso de reconocimiento de dispositivos conectados.

En la pantalla inferior, se podrá observar en la pestaña *Initialization* el estado del reconocimiento de cada uno de los terminales conectados.

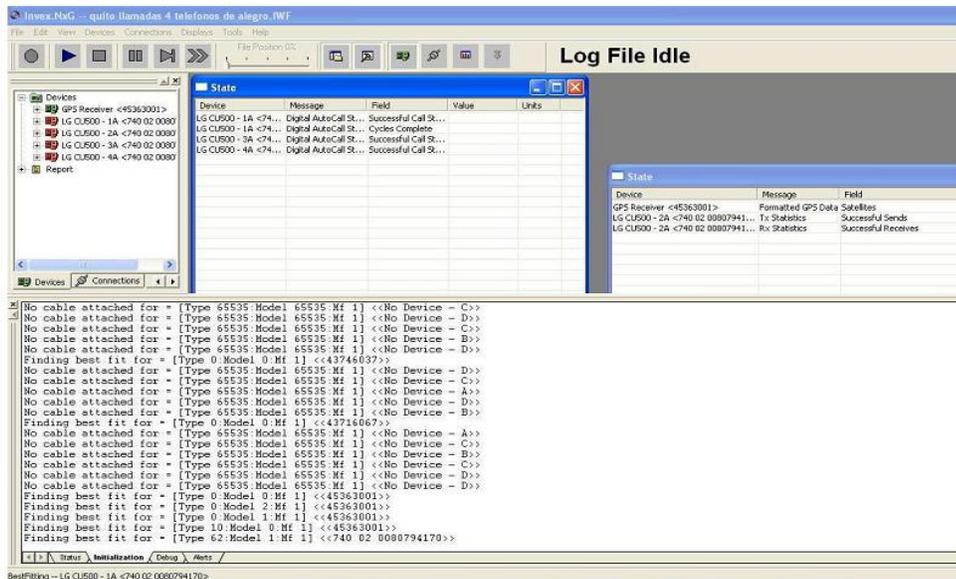


Figura.3.15: Proceso de Inicialización de los terminales conectados.

Una vez reconocidos todos los terminales, se los podrá observar en la pantalla superior izquierda en color verde, como se muestra en el siguiente gráfico.

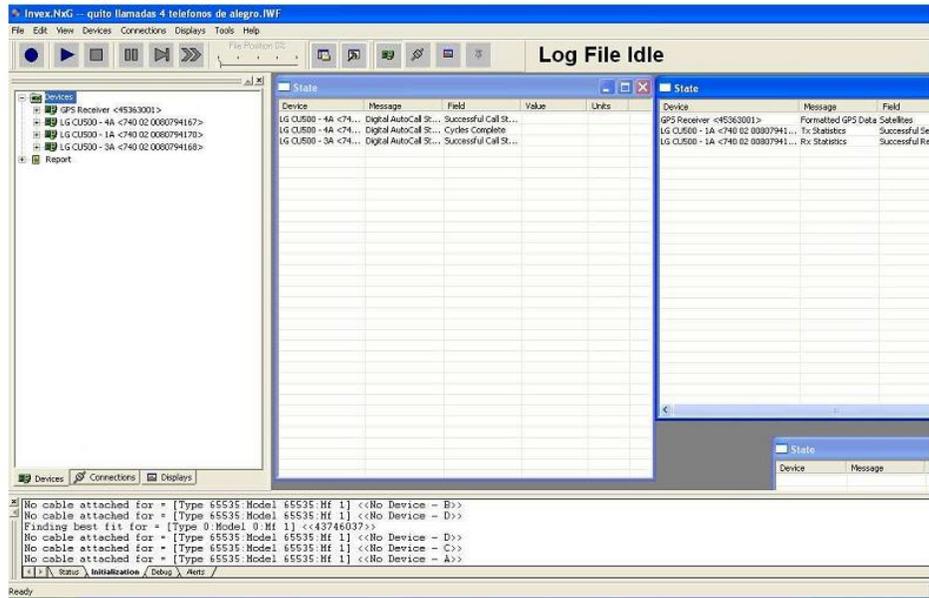


Figura.3.16: Inicialización de los terminales conectados.

Para la configuración de tecnologías de los dispositivos que han sido conectados, y bajo el escenario citado anteriormente se establecen los siguientes pasos:

Clic derecho sobre el dispositivo en la parte superior derecha -> *Properties*.

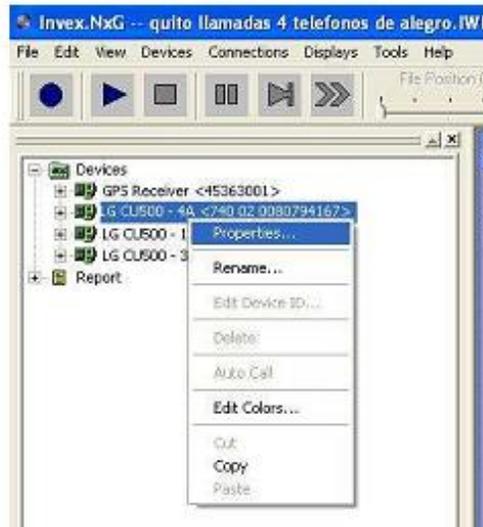


Figura. 3.17: Configuración de tecnologías de los dispositivos conectados.

- Ir a la pestaña Phone.

- Seleccionar la tecnología deseada en base al siguiente criterio:
 - ✓ 2G: GSM/EDGE/GPRS
 - ✓ 3G: WCDMA/HSPA
 - ✓ Dual Mode: permite ambos modos, dependiendo de la señal más fuerte recibida por el terminal.
 - ✓ MaintainCurrentSettings: sin modificación del modo de red en el terminal.
- Dar clic en OK.

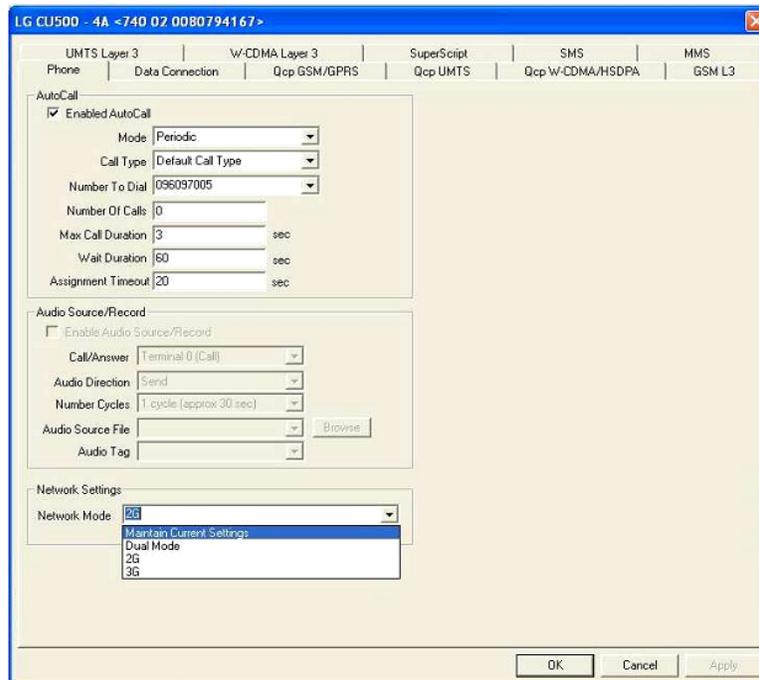


Figura. 3.18: Proceso de configuración de tecnología.

3.5.3 Configuración de pruebas de cobertura

- Seleccionar el dispositivo. Clic derecho ->Properties.
- Ir a la pestaña Phone.
- Deshabilitar la opción EnabledAutoCall.
- Dejar la opción de Network Mode en MaintainCurrentSettings.
- Dar clic en OK.

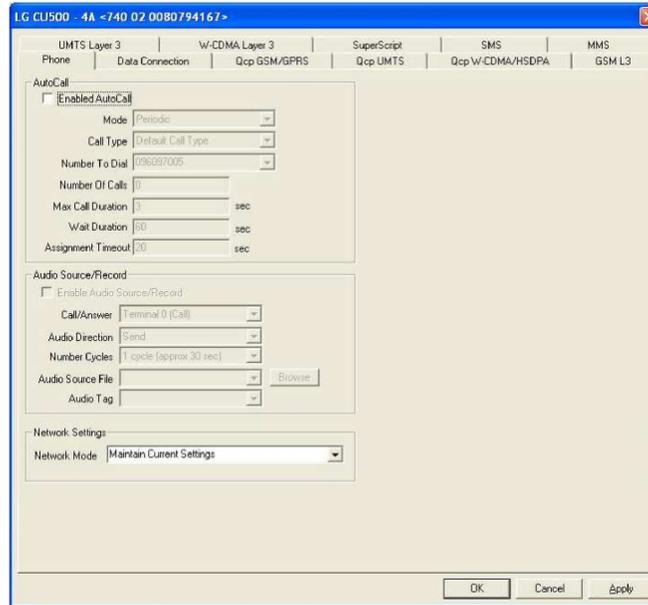


Figura. 3.19: Configuración de Pruebas de cobertura.

3.5.4 Configuración de pruebas de llamadas de voz periódicas.

- Seleccionar el dispositivo. Clic derecho -> *Properties*.
- Ir a la pestaña *Phone*.
- Habilitar la opción *EnabledAutoCall*.
- Seleccionar *Mode* -> *Periodic*.
- Seleccionar *Call Type* -> *Default Call Type*.
- Ingresar el número a llamar dependiendo de la operadora:
 - TELECSA: **096097005**
 - CONECCEL: **093742379**
 - OTECCEL: **099729992**
- Configurar los parámetros de llamada:
 - Number to Dial*: **0** (Infinito).
 - Max Call Duration*: **45** (seg).
 - Wait duration*: **30** (seg).
 - Assignment Timeout*: **20** (seg).

- Dejar la opción de *Network ModemMaintainCurrentSettings*.
- Dar clic en *OK*.

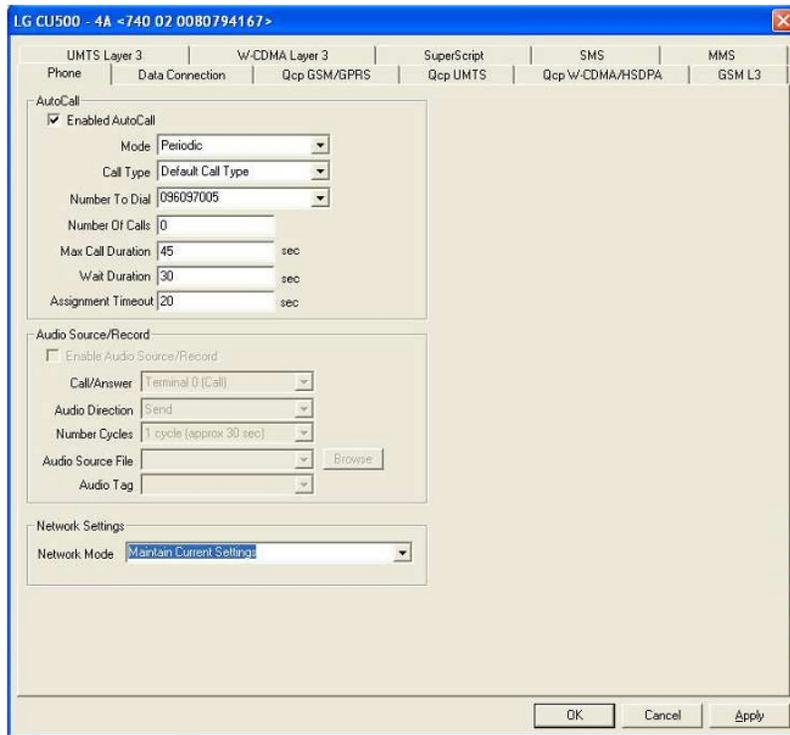


Figura. 3.20: Configuración de pruebas de llamadas de voz periódicas.

3.5.5 Configuración de pruebas de llamadas de voz continúa

- Seleccionar el dispositivo. Clic derecho ->*Properties*.
- Ir a la pestaña *Phone*.
- Habilitar la opción *EnabledAutoCall*.
- Seleccionar *Mode* ->*Continuous*
- Seleccionar *Call Type* -> *Default Call Type*.
- Ingresar el número a llamar dependiendo de la operadora:
 - TELECSA: **096097005**
 - CONECCEL: **093742379**
 - OTECCEL: **099729992**
- Dejar la opción de *Network ModemMaintainCurrentSettings*.
- Dar clic en *OK*.

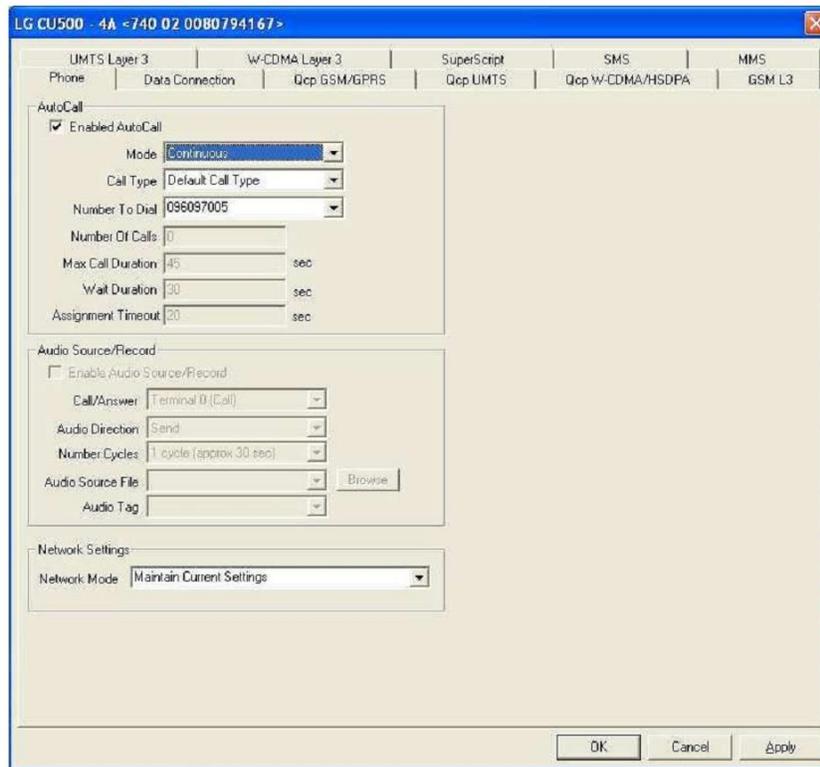


Figura. 3.21: Configuración de pruebas de llamadas de voz continua

3.5.6 Configuración de pruebas de SMS.

- Seleccionar el dispositivo. Clic derecho -> *Properties*.
- Ir a la pestaña *SMS*.
- Habilitar las opciones *SMS TxEnabled* y *SMS RxEnabled*.
- Configurar los parámetros de SMS:
 - *Number of Cycles*: 0 (infinito).
 - *SMSC (if needed)*: dependiendo de la operadora:
 - TELECSA: **dejar en blanco**.
 - OTECEL: **59395897705**
 - CONECEL: **+59397995040⁵**
 - *Delay Between Cycles*: 120 (seg).
 - *Delay After Last Cycle*: 300 (seg).

- Crear la tarea específica de SMS:
 - Seleccionar botón *Add*. Aparecerá una ventana de configuración donde todos los parámetros deben dejarse en predeterminados a excepción del *DestAddress*, donde debe configurarse los nueve dígitos de la línea del terminal seleccionado (por ejemplo: 096097851).
- Dar clic en *OK* de la ventana *SMS Task*, como se muestra en el siguiente gráfico.

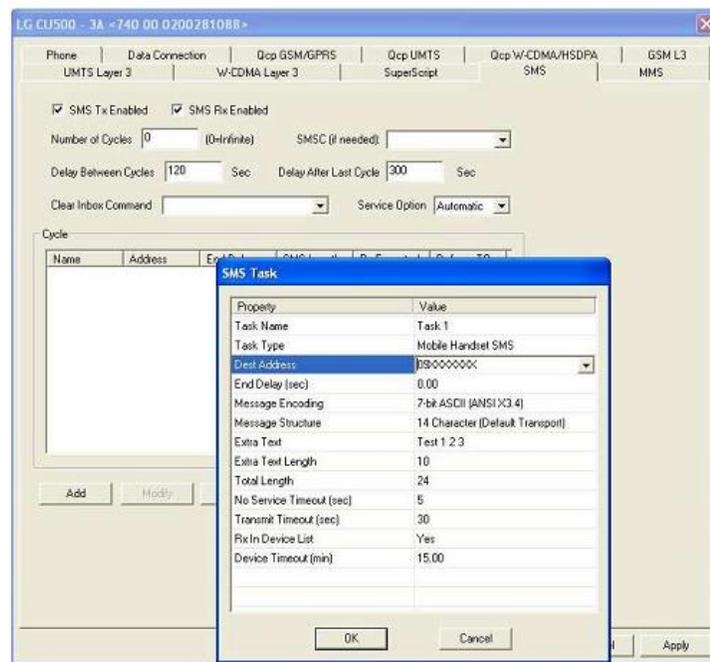


Figura. 3.22: Configuración de pruebas de SMS

- Ir a la pestaña *Phone*
- Dejar la opción de *Network Mode* en *MaintainCurrentSettings*
- Dar clic en *OK* de la ventana de configuración principal.

Inicio de *logfiley* la colección de datos.

- En la ventana principal, dar clic en el botón de grabación
- Dar nombre al archivo *logfile* y clic en *Save*.

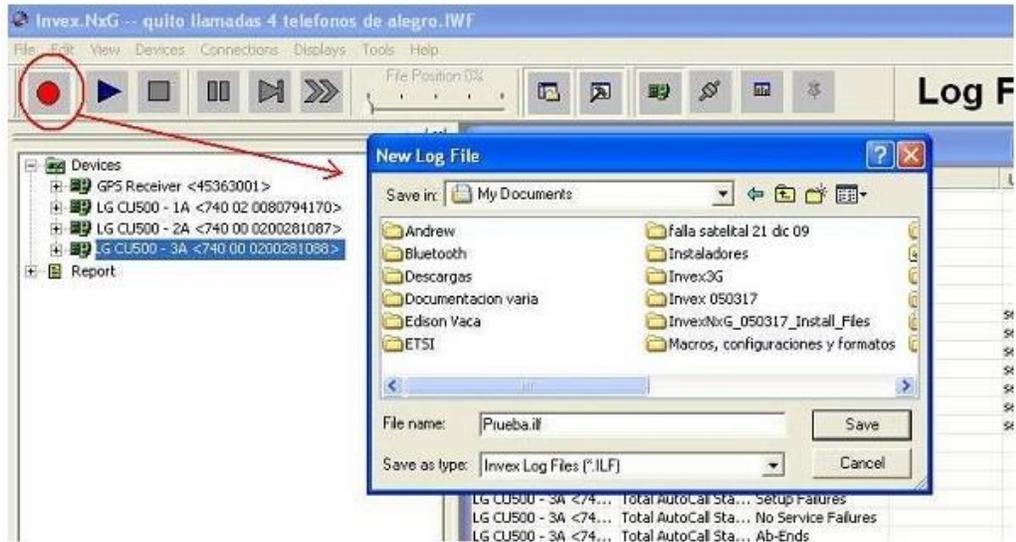


Figura.3.23: Configuración Inicio de *logfile* la colección de datos

Iniciará la grabación de los datos y las pruebas según la configuración efectuada. Presentará las opciones de grabado, reproducción, pausa y término de los archivos (*.ILF) generados por este software.

3.6 PROCESAMIENTO DE DATOS OBTENIDOS.

3.6.1 SOFTWARE INTERPRETER

Interpreter analiza los datos generados por Invex3G® y proporciona resultados claros y concisos. Se usan varios formatos de visualización de resultados como: mapas, histogramas, hojas de cálculo y vistas de mensaje.

Cuando un archivo (*.ILF) se abre, Interpreter lo analiza automáticamente y los resultados se guardan como un archivo Microsoft Database (*.MDB). Esta información puede mostrarse como: mapas, histogramas, tablas, y hojas de cálculo. La Ventana de Control contiene cuatro etiquetas: Inputs, Processes, Outputs y Reports.

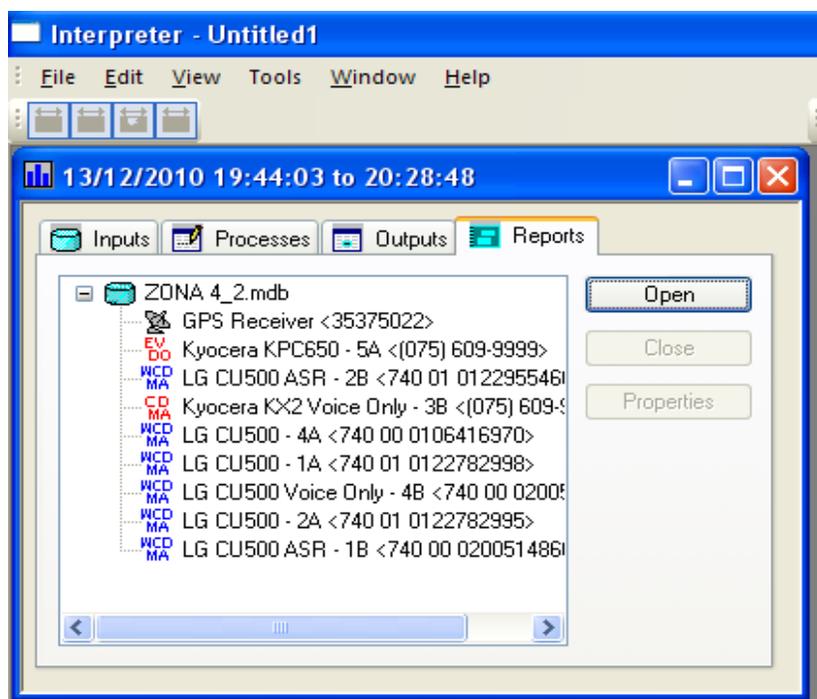


Figura.3.24: Panel de Software Interpreter

- **INPUTS:** Abre y cierra los archivos (*.ILF ó *.MDB). Cuando un archivo *.ILF se abre en Interpreter, éste se procesa y convierte a*.MDB, dándonos la opción

de elegir el nombre con el que se guardará. El tiempo de procesamiento dependerá de la longitud del archivo *.ILF.

- **PROCESS:** Muestra en forma de tablas de datos los archivos procesados estas tablas pueden ser copiadas y pegadas en un archivo *.XLS
- **OUTPUTS:** Muestra los resultados del procesamiento. Los Mapas, Charts, Histogramas, Tablas, y Hojas de Cálculo se crean aquí.

La información procesada se clasifica en cuatro categorías básicas: Archivo *.MDB (Database File), Dispositivos (DeviceStreams), Grupo de Datos (Data Groups), y Conjunto de Datos (Data Sets).

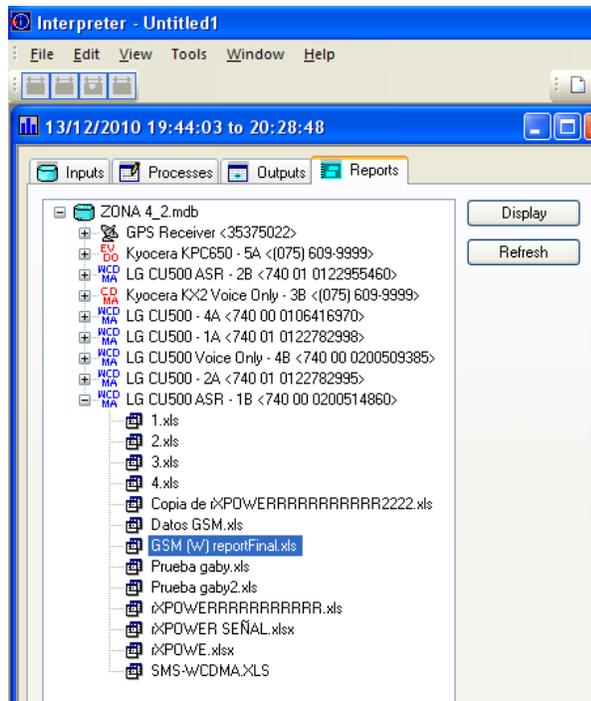


Figura.3.25: Formatos de visualización de Software Interpreter.

3.6.2 Generación de Reportes.*XLS

Después de realizar las mediciones con los equipos mencionados anteriormente, se realiza el post procesamiento con el software (Interpreter) con los cuales se analizan los datos recolectados y se extrae la información requerida para los reportes del registro de mediciones de telefonía móvil.

Los reportes del registro de mediciones se los realizan en los distintos formularios.XLS que contiene todos los parámetros requeridos de calidad de servicio obtenidos de acuerdo a la programación en los equipos terminales para el parámetro de calidad medido.

3.6.2.1 Reporte de Velocidad GPS

El reporte obtenido de velocidad estará conforme a varios parámetros establecidos:

- El recorrido se realizara a una velocidad máxima de 40 Km/h en zonas urbanas y 60 kilometro por zonas rurales.
- Cada 30 minutos o dependiendo del tamaño del archivo procesado se detendrá la medición y se creara un nuevo archivo para que el pos-procesamiento de la información sea más eficiente, (manejo de base de datos más pequeños)

VELOCIDADES (GPS)				
Speed (km/hr)	Tiempo	Latitud	Longitud	Distancia
0,482802004	01/17/2011 16:32:15,000	-1,68950214	-78,6317186	0,0005
3,540548086	01/17/2011 16:32:19,000	-1,689485	-78,6317183	0,0025
3,862416029	01/17/2011 16:32:20,000	-1,689475	-78,6317183	0,0035
8,690436363	01/17/2011 16:32:21,000	-1,68945667	-78,6317167	0,0055
13,03565407	01/17/2011 16:32:22,000	-1,68942833	-78,63171	0,0085
13,8403244	01/17/2011 16:32:23,000	-1,689395	-78,6316983	0,0125
15,44966412	01/17/2011 16:32:24,000	-1,68936167	-78,6316817	0,0165
19,31208038	01/17/2011 16:32:25,000	-1,68932333	-78,6316567	0,0215
22,04795837	01/17/2011 16:32:26,000	-1,68928167	-78,631625	0,0275
24,62290192	01/17/2011 16:32:27,000	-1,689235	-78,631585	0,0345
26,39317703	01/17/2011 16:32:28,000	-1,68918667	-78,6315417	0,0415
26,55410957	01/17/2011 16:32:29,000	-1,689135	-78,631495	0,0495
25,91037369	01/17/2011 16:32:30,000	-1,689085	-78,6314517	0,0565
24,94477081	01/17/2011 16:32:31,000	-1,689035	-78,6314083	0,0645
23,97916603	01/17/2011 16:32:32,000	-1,688985	-78,6313683	0,0715
25,5885067	01/17/2011 16:32:33,000	-1,688935	-78,63133	0,0785
26,87597847	01/17/2011 16:32:34,000	-1,68888	-78,63129	0,0855

Tabla 3.3 Reporte .Xls de Velocidades Gps

Parámetros Obtenidos:

- **Speed (km/hr)**= Muestra la velocidad en movimiento del vehículo en la cual se ha efectuado la medición (zona urbana Máx. de 40Km/ h)
- **Tiempo:** Muestra la Hora y fecha por cada muestra realizada.
- **Latitud y longitud:** Obtención de coordenadas geográficas de acuerdo al movimiento realizado por el vehículo. (Zonasrecorridas).
- **Distancia:** Intervalo recorrido por el automóvil en metros.

3.6.2.2 Reporte de Parámetro de Cobertura

- *Las muestras válidas de RxLevel se obtendrán sacando el valor de las mediciones de cobertura que se registran cada “10” metros”.*

El reporte obtenido de Parámetro de Cobertura, en base a las pruebas realizadas es el siguiente:

COBERTURA					
Latitud	Longitud	RxLevel Sub (dBm)		Distancia (m)	Tiempo
-1,68950223	-78,6317187	-78,20587921	0,5	0,0005	01/17/2011 16:32:15,654
-1,68948913	-78,6317183	-74,9375	0,5	0,0015	01/17/2011 16:32:18,646
-1,68948172	-78,6317183	-77,03749847	0,5	0,0025	01/17/2011 16:32:19,330
-1,68947242	-78,6317181	-80,1875	0,5	0,0035	01/17/2011 16:32:20,130
-1,68946269	-78,6317172	-79,9375	0,5	0,0045	01/17/2011 16:32:20,671
-1,68945572	-78,6317164	-79,9375	0,5	0,0055	01/17/2011 16:32:21,022
-1,68944878	-78,6317148	-79,9375	0,5	0,0065	01/17/2011 16:32:21,278
-1,68943754	-78,6317122	-82	0,5	0,0075	01/17/2011 16:32:21,675
-1,68943013	-78,6317104	-82	0,5	0,0085	01/17/2011 16:32:21,937

Tabla 3.4 Reporte .Xls de Cobertura

Parámetros Obtenidos:

- Longitud y Latitud: Obtención de coordenadas geográficas de acuerdo a la distancia recorrida (10metros promedio)

- RxLevel Sub (dBm: nivel de potencia de recepción zona Urbana (mínimo de -85 dBm).
- Distancia: Distancia promedio la cual se realiza la medición de cada muestra (Cada 10 metros)
- Tiempo: Hora y fecha realizada el control de los parámetros de muestra.

3.6.2.3 Reporte de Parámetro de llamadas establecidas y llamadas caídas

El reporte obtenido de la medición de llamadas de voz. Se muestra en la siguiente tabla:

# de Zona	Fecha	Hora	Longitud	Latitud	Tiempo de establecimiento de llamada (seg)	TRAMITE DE LLAMADA								
						A	B	C	D	E	F	G		
ZONA 4	17/01/2011	11:32:20	-78,6317	-1,68947342	5,60	X								
ZONA 4	17/01/2011	11:43:22	-78,6291	-1,68454203	6,50	X								
ZONA 4	17/01/2011	11:44:45	-78,6269	-1,68551176	10,50	X								
ZONA 4	17/01/2011	11:46:04	-78,6254	-1,68375371	8,20	X								
ZONA 4	17/01/2011	11:47:24	-78,6266	-1,68160853	6,60	X								
ZONA 4	17/01/2011	11:48:44	-78,6275	-1,68357313	7,70	X								
ZONA 4	17/01/2011	11:50:13	-78,6278	-1,68467608	27,30	X				X				
ZONA 4	17/01/2011	11:51:33	-78,6292	-1,68358113	6,20	X								
ZONA 4	17/01/2011	11:52:53	-78,6271	-1,68172359	7,10	X								
ZONA 4	17/01/2011	11:54:15	-78,6276	-1,68386201	13,00	X				X				
ZONA 4	17/01/2011	11:55:35	-78,63	-1,68203536	6,90	X								
ZONA 4	17/01/2011	11:56:54	-78,633	-1,6811277								X		
ZONA 4	17/01/2011	11:58:13	-78,6355	-1,68424378	5,70	X								
ZONA 4	17/01/2011	11:59:32	-78,6332	-1,68769305	5,60	X								

Tabla 3.5 Reporte .Xls de llamadas de voz periódicas y llamadas continuas

Como se observa en los resultados de la Tabla. 3.5, se obtiene datos reales obtenidos de la medición como la zona o sitio de medición en donde se realizó la misma, al igual que la fecha y hora de la medición, las coordenadas de latitud y longitud del lugar exacto donde se ejecutó la llamada, el tiempo de establecimiento de cada llamada realizada, para contabilizar el total de llamadas, se establecen varios escenarios en las cuales se toman en cuenta como:

- Porcentaje de las llamadas establecidas exitosamente respecto al número de intentos de llamadas, en un período de medición.
- Porcentaje de llamadas caídas, con respecto al número total de llamadas establecidas. Una llamada será considerada como caída cuando luego de establecida no puede mantenerse por causas atribuibles a la red en evaluación.

A	Llamada establecida, el número B contesta y se establece la comunicación
B	El sistema direcciona la llamada al buzón de voz o a un IVR, por causa del operador.
C	Llamada falló: el sistema da tono de congestión, ocupado
D	El sistema no envía ninguna señalización
E	Llamada conectada en tiempo superior a 12 segundos
F	Llamadas caídas
G	Otros

3.6.2.4 Reporte de parámetro Llamadas Caídas

El reporte de la medición de llamadas de voz periódicas y llamadas continuas en el cual se establece la opción (F) del trámite de llamada la misma que corresponde a llamadas caídas, obtenidas durante la medición realizada, se muestra en la siguiente tabla:

Ciudad	Ruta ó Zona	Fecha de medición	Tecno.	Sitio del problema		
				Dirección	Latitud	Longitud
RIOBAMBA	ZONA 5	19/01/2011	GSM	Carchi y Araucanos	-1,644372747	-78,6848559
RIOBAMBA	ZONA 5	24/01/2011	3G	Bolívar y Araucanos	-1,643861012	-78,68390509
RIOBAMBA	ZONA 6	24/01/2011	GSM	Ernesto Noboa Caamaño y Pablo Palacios	-1,653871019	-78,66390602

Tabla 3.6 Reporte .Xls de llamadas caídas.

Como se muestra en el reporte obtenido de la Tabla 3.6, en la que obtenemos los resultados en las cuales se obtuvieron llamadas caídas de las diferentes operadoras celulares, parámetros como dirección y coordenadas del lugar en donde se produjo dicha prueba de medición, además la tecnología actual de lazo celular, hora fecha de realización de la prueba.

3.6.2.5 Reporte de Parámetro SERVICIO DE SMS

La obtención de resultados del reporte de las mediciones de tasa de mensajes cortos enviados exitosamente y el tiempo promedio de recepción de SMS se establece en la siguiente tabla:

Zona	Número A	Tecnología A	Número B	Tecnología A	Hora de envío	Hora de recibo	Tiempo Tx - Rx (seg.)	A	B	C	D
ZONA 3	59395776468	WCDM	95776468	WCDM	13:42:48	13:42:52	4	X			
ZONA 3	59395776468	WCDM	95776468	WCDM	13:44:51	13:44:56	4	X			
ZONA 3	59395776468	WCDM	95776468	WCDM	13:46:54	13:47:00	6	X			
ZONA 3	59395776468	WCDM	95776468	WCDM	13:48:58	13:49:02	4		X		
ZONA 3	59395776468	WCDM	95776468	WCDM	13:51:02	13:51:07	4		X		
ZONA 3	59395776468	WCDM	95776468	WCDM	13:53:07	13:53:13	5		X		
ZONA 3	59395776468	WCDM	95776468	WCDM	13:55:11	13:55:17	5		X		
ZONA 3	59395776468	WCDM	95776468	WCDM	13:57:17	13:57:21	4			X	
ZONA 3	59395776468	WCDM	95776468	WCDM	13:59:20	13:59:24	4			X	
ZONA 3	59395776468	WCDM	95776468	WCDM	14:01:24	14:01:28	4			X	
ZONA 3	59395776468	WCDM	95776468	WCDM	14:03:28	14:03:33	5				X
ZONA 3	59395776468	WCDM	95776468	WCDM	14:05:33	14:05:37	4				X

Como se puede observar en la tabla existe varios parámetros, como la zona o sitio de medición en donde se realizó la misma, al igual que la hora y fecha, el tipo de tecnología de la operadora origen y la tecnología del receptor utilizado para la medición, de tal manera que para determinar el número total de mensajes, hay que tomar varios escenarios que se presentan durante la medición de las mismas como:

A	Mensaje enviado y recibido exitosamente
B	Aviso en el terminal A de que el mensaje no ha sido enviado, pero el terminal B sí lo recibe.
C	Aviso en el terminal A de que el mensaje ha sido enviado pero el terminal B no lo recibe.
D	Aviso en el terminal A de que el mensaje no ha sido enviado y no es recibido.

3.7 PARÁMETROS DE CALIDAD DE DATOS

Los parámetros para determinar la calidad del servicio de transmisión de datos en las redes de servicios móviles, se han establecido considerando el estándar de la ETSI EG 202 057-4, que se refiere a los aspectos técnicos de calidad del servicio de acceso a internet. Los parámetros de calidad son los siguientes:

3.7.1 Proporción de accesos de usuario con éxito:

Se define como relación entre los Intentos de conexión exitosos y todos los intentos de conexión a la red de internet, determinando la posibilidad que tiene el usuario de acceder a la red cuando lo desee. Da una indicación de la disponibilidad de los servicios ofrecidos por el proveedor. En el cálculo de este parámetro se computarán todos los intentos de conexión fallidos, incluyendo tanto los que el fallo se deba a la red de acceso como a los equipos del proveedor de acceso a Internet.

3.7.2 Tiempo de acceso (Login Time):

Es el período de establecimiento de conexión de datos (acceso) entre el terminal y el servidor. Si se trata de acceder más de 5 veces consecutivas el Login Time es considerado fallido. Este parámetro corresponde al promedio de los tiempos de espera en que se incurre para hacer efectiva la conexión a Internet, calculado sobre un total de conexiones exitosas durante un período de tiempo determinado.

3.7.3 Velocidad de transmisión de datos alcanzada -Throughput:

La velocidad de transmisión de datos es definida como la tasa de transferencia de datos establecida en la bajada y subida de pruebas específicas de ficheros entre un terminal remoto y el servidor. La velocidad de transmisión de datos experimentada por un mismo usuario en la descarga de un mismo fichero puede depender del nivel de ocupación que presente la red en el momento en que se lleva a cabo la descarga, por lo que este parámetro puede presentar variaciones a lo largo de las distintas horas del día o del día de la semana.

3.7.4 Retardo

El retardo es el tiempo en milisegundos, que es necesario realizar un Ping²² en la red del operador móvil. Ping utiliza los mensajes "echo request" y "echoreply" del protocolo ICMP (Internet Control Message Protocol) para comprobar la conectividad con sistemas remotos. El emisor crea un paquete ICMP "echo request" y registra la hora de envío de la petición. El sistema destino devuelve al emisor un paquete ICMP "echo reply". Cuando la respuesta llega se comparan los tiempos de envío y recepción y se calcula el RTT (round-trip time, tiempo de ida y vuelta).

En la Tabla 3.8 se muestra el cuadro de resumen de los parámetros de calidad

PARAMETRO	Medida
Proporción de accesos de usuario con éxito (Successful log-in ratio)	Intentos de conexión exitosos en relación con todos los intentos de conexión.
Tiempo de Acceso (Login Time).	Es el tiempo promedio de establecimiento de la conexión de datos (acceso) entre el terminal y el servidor.
Velocidad de transmisión de datos alcanzada. Throughput	La velocidad de transmisión de datos es definida como la tasa de transferencia de datos establecida en la bajada y subida de pruebas específicas de ficheros entre un terminal remoto y el servidor.
Retardo (Delaytransmission time)	El retardo es el tiempo en milisegundos, que es necesario realizar un Ping en la red del operador móvil

Tabla 3.8 Cuadro de resumen de los parámetros de calidad de Servicio de DATOS

²² El ping sirve para comprobar el estado de la conexión con uno o varios equipos remotos por medio de los paquetes de solicitud de eco y de respuesta de eco (ambos definidos en el protocolo de red ICMP).

3.7.5 Procedimiento para la configuración del Equipo INVEX para la ejecución del monitoreo de los parámetros de calidad del servicio de datos.

3.7.5.1 Configuración de prueba de accesos de usuario con éxito

- Seleccionar el dispositivo. Clic derecho ->Properties.
- Ir a la pestaña Data Connection.
- Habilitar la opción Data ConnectionEnabled.
- Configurar los parámetros de Datos:

Number Of Cycles: 0 (infinito).

Habilitar la opción Disconnect Before Every Connect.

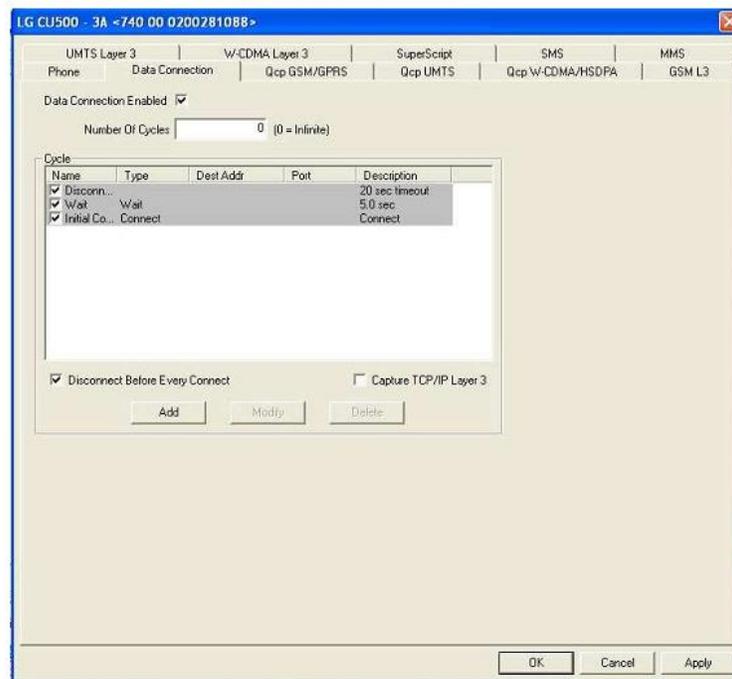


Figura.3.26: Proceso de Configuración de pruebas de datos.

3.7.5.2 Configuración de prueba de Retardo (Delaytransmission time)

Tarea PING. Seleccionar botón Add, configurar y/o seleccionar:

- Task Name: PING
- Task Type: Ping (ICMP ECHO)

- Destination Address: 74.125.65.147²³
- Number of Pings: 2
- Los demás parámetros predeterminados.
- Clic en OK.

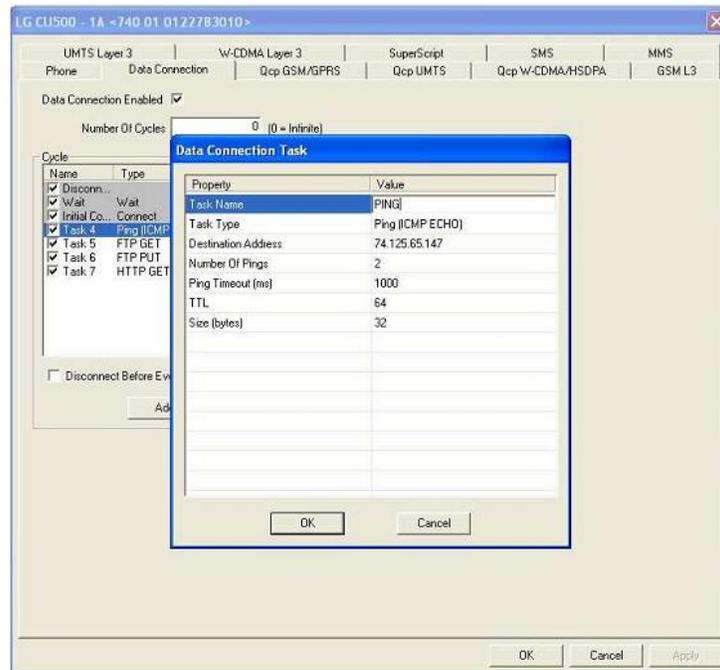


Figura.3.27: Configuración de tarea específicas datos.

3.7.5.3 Configuración de prueba de prueba Throughput de bajada

Tarea FTP GET. Seleccionar botón Add, configurar y/o seleccionar:

- Task Name: FTP GET
- Task Type: FTP GET
- Destination Address: 209.51.170.98²⁴
- Port: 21
- Path and Filename: /in/1.ilf²⁵
- Username: proporcionado por el proveedor.

²³ Servidor *Google*. Las direcciones IP deberían ser de preferencia de equipos dentro de la red de datos de la operadora a monitorear. Caso contrario, cualquier retardo no se podría diferenciar de falla en el servidor en la red de destino o en el camino a dicho servidor.

²⁴ Servidor proporcionados por el proveedor de servicio.

²⁵ Archivo proporcionado por el proveedor de servicio (1MB de tamaño para descarga).

- Password: proporcionado por el proveedor.
- FTP mode: Active.
- Clic en OK.

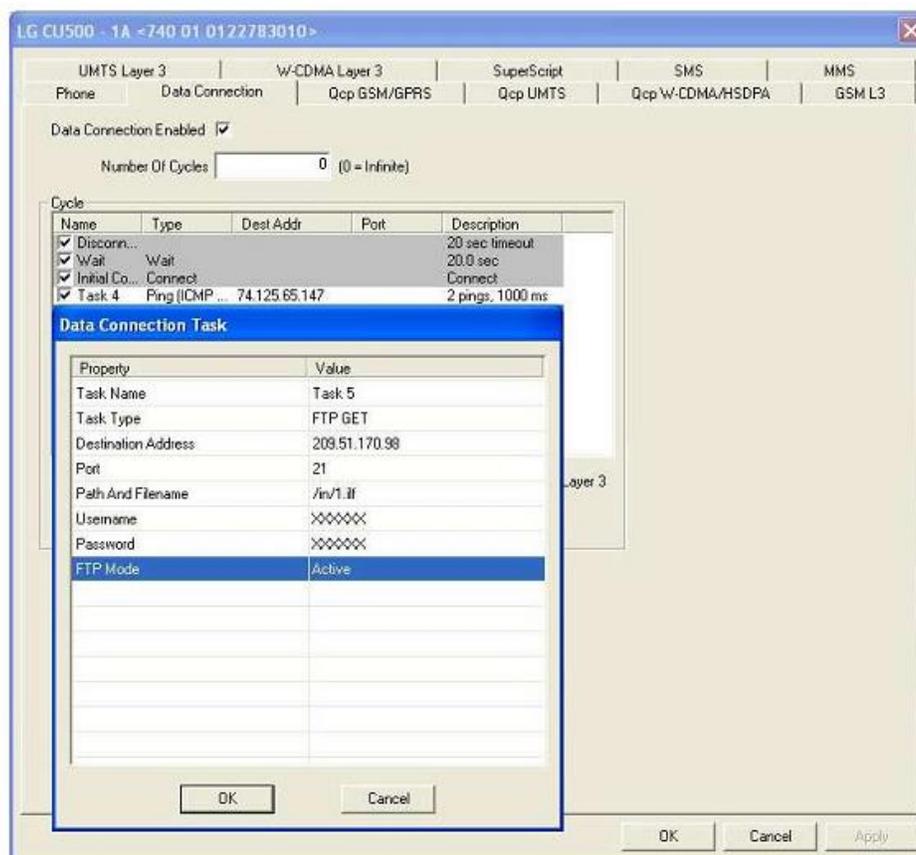


Figura. 3.28: Configuración de Tarea FTP GET datos.

3.7.5.4 Configuración de prueba Throughput de subida

Tarea FTP PUT. Seleccionar botón Add, configurar y/o seleccionar:

- TaskName: FTP PUT
- TaskType: FTP PUT
- DestinationAddress: 209.51.170.98
- Port: 21
- Path and Filename: /in/100k.txt²⁶
- Username: proporcionado por el proveedor.

²⁶ Archivo virtual a cargar en el servidor de destino.

- Password: proporcionado por el proveedor.
- Amount of Data (KB): 500.
- Type of Data: Binary.
- FTP Mode: Active.
- Clic en OK.

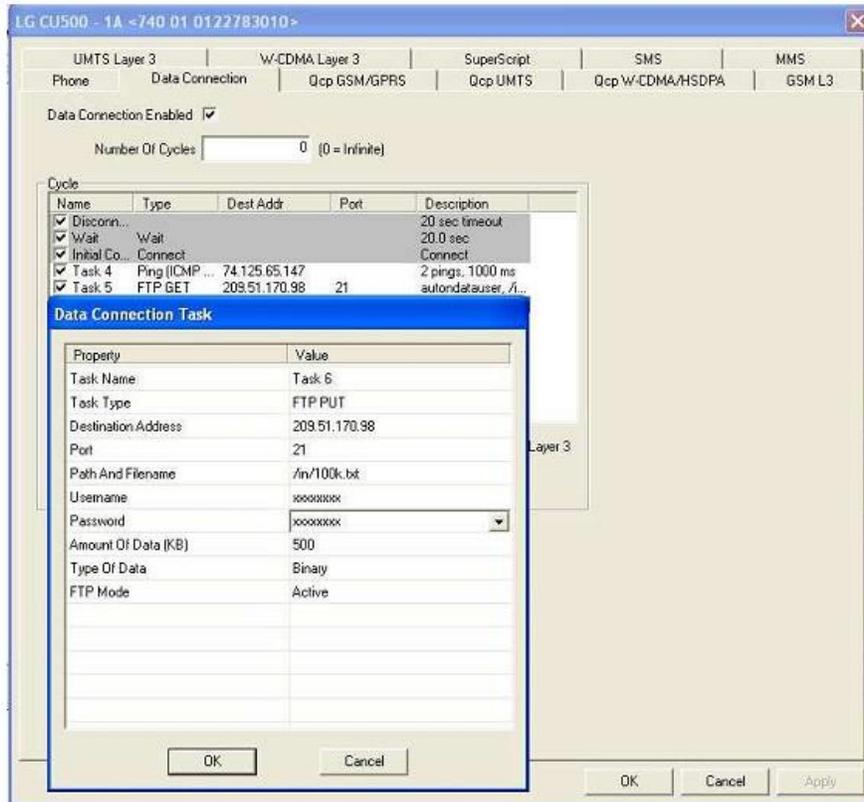


Figura. 3.29: Configuración de Tarea FTP PUT datos.

3.7.6 Generación de reportes de parámetro de calidad de datos

Después de realizar las mediciones con el equipo de medición Invex3G®, se realiza el post procesamiento con el software (Interpreter) en el cual se analiza los datos recolectados y se extrae la información requerida para los reportes del registro de mediciones de los parámetros de calidad de datos. Se usan varios formatos de visualización de resultados como: mapas, histogramas, hojas de cálculo. Que contiene todos los parámetros requeridos de calidad de servicio obtenidos de acuerdo a la programación en los equipos terminales para el parámetro de calidad medido.

3.7.6.1 Generación de reporte Login Time (tiempo de acceso).

Los parámetros obtenidos en el reporte que se muestra en la Tabla 3.8, el cual muestra el tipo de tecnología de la red celular, el tiempo promedio de establecimiento de la conexión de datos (acceso) entre el terminal y el servidor en segundos, fecha y hora de la medición además coordenadas en la cual se realizó el establecimiento de la conexión.

Tecnología	Tiempo de acceso (Login Time) (seg)	Fecha	Hora	Latitud	Longitud
WCDMA/UMTS	7,53000021	15/12/2010	09:33:36	-1,65532424	-78,66461
HSDPA	7,640000343	15/12/2010	11:38:05	-1,6622599	-78,6494013
HSDPA	7,300000191	15/12/2010	11:50:40	-1,65508295	-78,6483577
NotConnected	7,740000248	15/12/2010	11:52:39	-1,65584866	-78,646204
EGPRS (EDGE)	35,15999985	15/12/2010	11:56:20	-1,65809756	-78,6460729
EGPRS (EDGE)	35,04000092	15/12/2010	11:57:06	-1,66054069	-78,6480938

Tabla. 3 8 Formato de reporte Login Time (tiempo de acceso)

3.7.6.2 Generación de reporte Tiempo y Throughput de subida y bajada

Los parámetros obtenidos en el reporte que se muestra en la Tabla 3.9, el cual muestra el tiempo y velocidad de transmisión de datos establecida en la bajada y subida de pruebas específicas de ficheros entre un terminal remoto y el servidor además el tamaño de la tasa de transferencia como también el tipo de tecnología, y coordenadas en la cual se realizó esta medición. El formato de reporte es igual tanto como la transferencia de datos de subida como de bajada.

Tecnología	Tiempo de descarga o subida (seg)	Throughput de descarga o subida (KB/s)	Datos Transferidos (KB)	Fecha	Hora	Latitud	Longitud
WCDMA/UMTS	756,3100	2,735250	2059,889	15/12/2010	09:46:17	-1,65212641	-78,6616233
HSDPA	487,0900	4,246844	2059,889	15/12/2010	09:54:27	-1,65366299	-78,6604195
HSDPA	434,2000	4,771355	2059,888	15/12/2010	10:01:44	-1,65873667	-78,6611333
NotConnected	473,7300	3,492030	1645,968	15/12/2010	10:09:42	-1,65742074	-78,6624815
EGPRS (EDGE)	94,53000	2,312110	213,5234	15/12/2010	10:11:21	-1,65192704	-78,6542439
EGPRS (EDGE)	233,3100	3,238637	749,4531	15/12/2010	10:15:18	-1,65374137	-78,6547272

Tabla. 3.9 Formato de reporte de Tiempo y Throughput de bajada o subida.

3.7.6.3 Generación de reporte de Latencia (Retardo)

Los parámetros obtenidos en el reporte en el cual se muestra en la Tabla 3.10 el cual muestra el tiempo de retardo en milisegundos necesario para realizar un Ping en la red del operador móvil, además el número total de pings enviados y el NÚMERO de pings perdidos.

Tecnología	Latencia (ms)	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	# de Pings enviados	# de Pings perdidos
WCDMA/UMTS	1057,1052	15/12/2010	10:23:45	-1,66345765	-78,6493612	6	3
HSDPA	1024	15/12/2010	11:38:09	-1,661986	-78,6494446	6	1
HSDPA	1235	15/12/2010	11:50:44	-1,65497777	-78,6484414	6	3
NotConnected	1197,2727	15/12/2010	11:52:46	-1,655815	-78,6462187	6	3
EGPRS (EDGE)	1282,1428	15/12/2010	11:59:32	-1,66351112	-78,6492756	6	3
EGPRS (EDGE)	1400	15/12/2010	12:01:33	-1,66367	-78,6491133	6	2

Tabla. 3. 10 Formato de reporte de Latencia (Retardo).

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Las pruebas en la ciudad de Riobamba, se realizaron a una velocidad de 40 km/h en el 90% de eventos como porcentaje mínimo como se establece en el procedimiento de medición

Los porcentajes de pruebas realizadas a 40km/h se detallan en la siguiente tabla:

CIUDAD	ZONA	NÚMERO DE MUESTRAS	% MÍNIMO ESTABLECIDO	% DE MUESTRAS CON VELOCIDAD INFERIOR A 40 KM/H
RIOBAMBA	1	26710	90%	98.98%
RIOBAMBA	2	22328	90%	99.46%
RIOBAMBA	3	18035	90%	98.09%
RIOBAMBA	4	16116	90%	99.70%
RIOBAMBA	5	18422	90%	99.62%
RIOBAMBA	6	7092	90%	97.13%

TABLA 4.1: Porcentaje de pruebas realizadas con velocidad menor a 40 km/h

Las pruebas superan el porcentaje establecido como mínimo de velocidad para realizar las pruebas en la ciudad de Riobamba.

Los siguientes mapas, representan el área recorrida y las velocidades en que se realizaron las pruebas

GRÁFICO 4.1: VELOCIDADES
RIOBAMBA ZONA 1

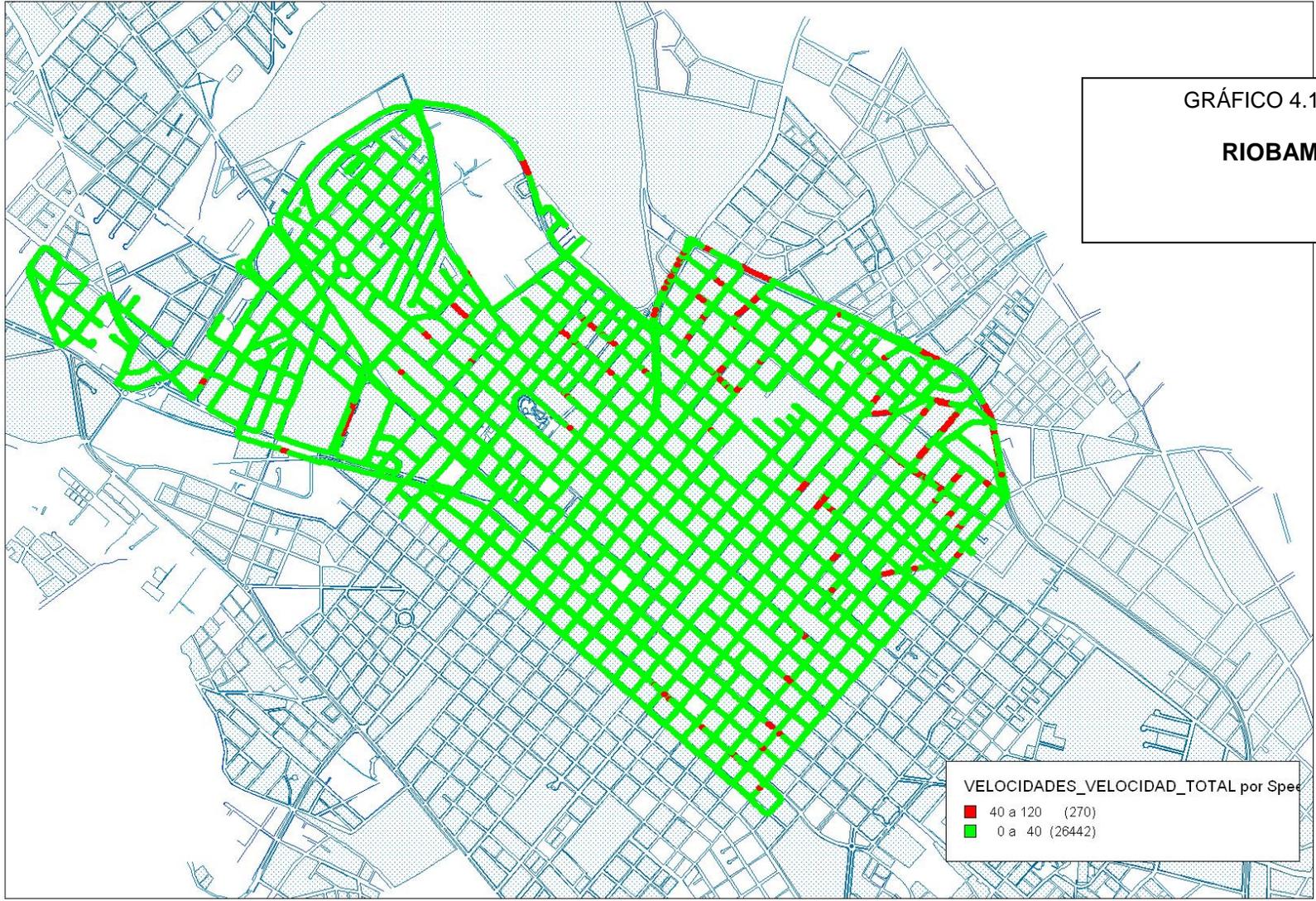


GRÁFICO 4.2: VELOCIDADES

RIOBAMBA ZONA 2

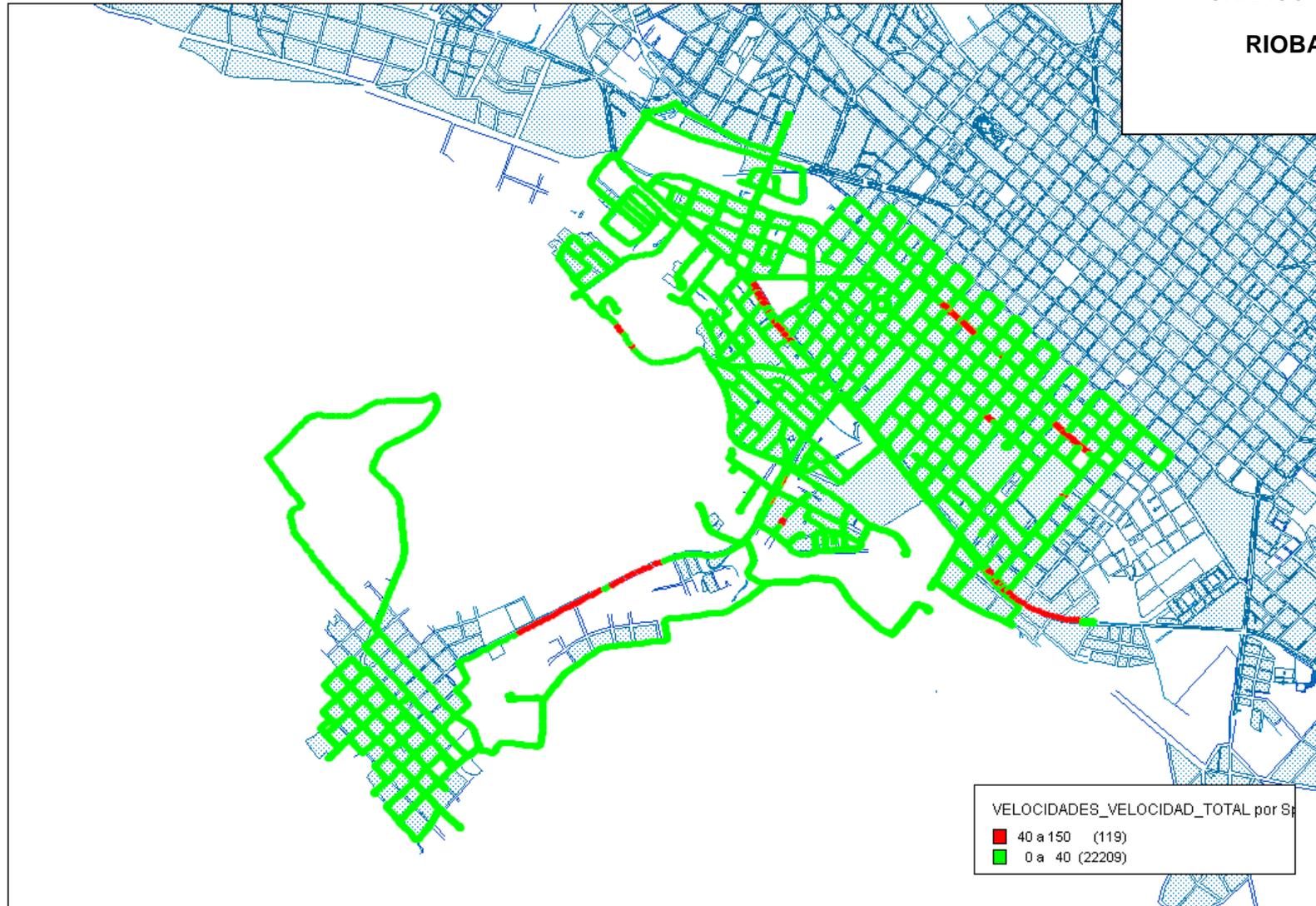


GRÁFICO 4.3: VELOCIDADES

RIOBAMBA ZONA 3

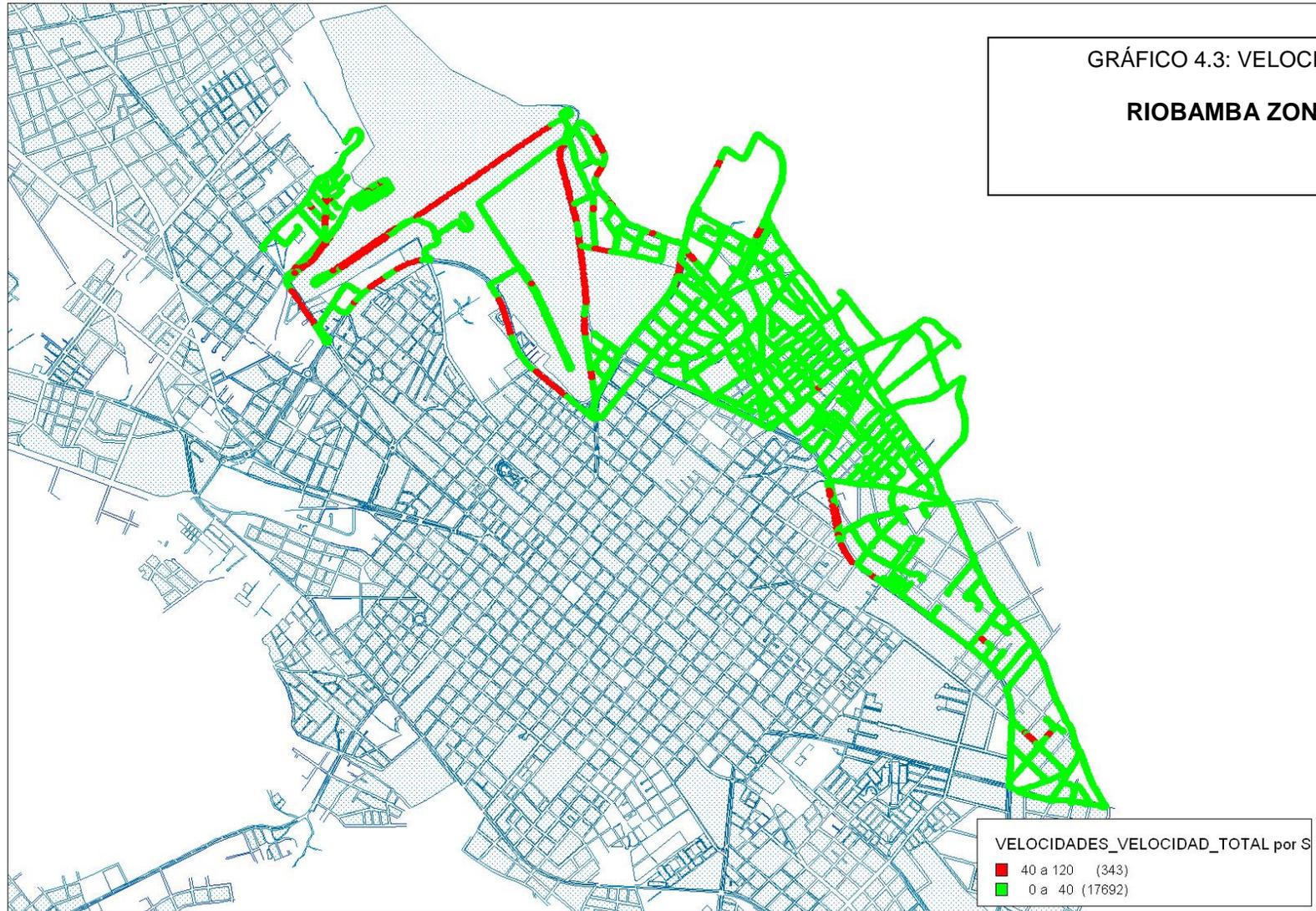


GRÁFICO 4.4: VELOCIDADES
RIOBAMBA ZONA 4

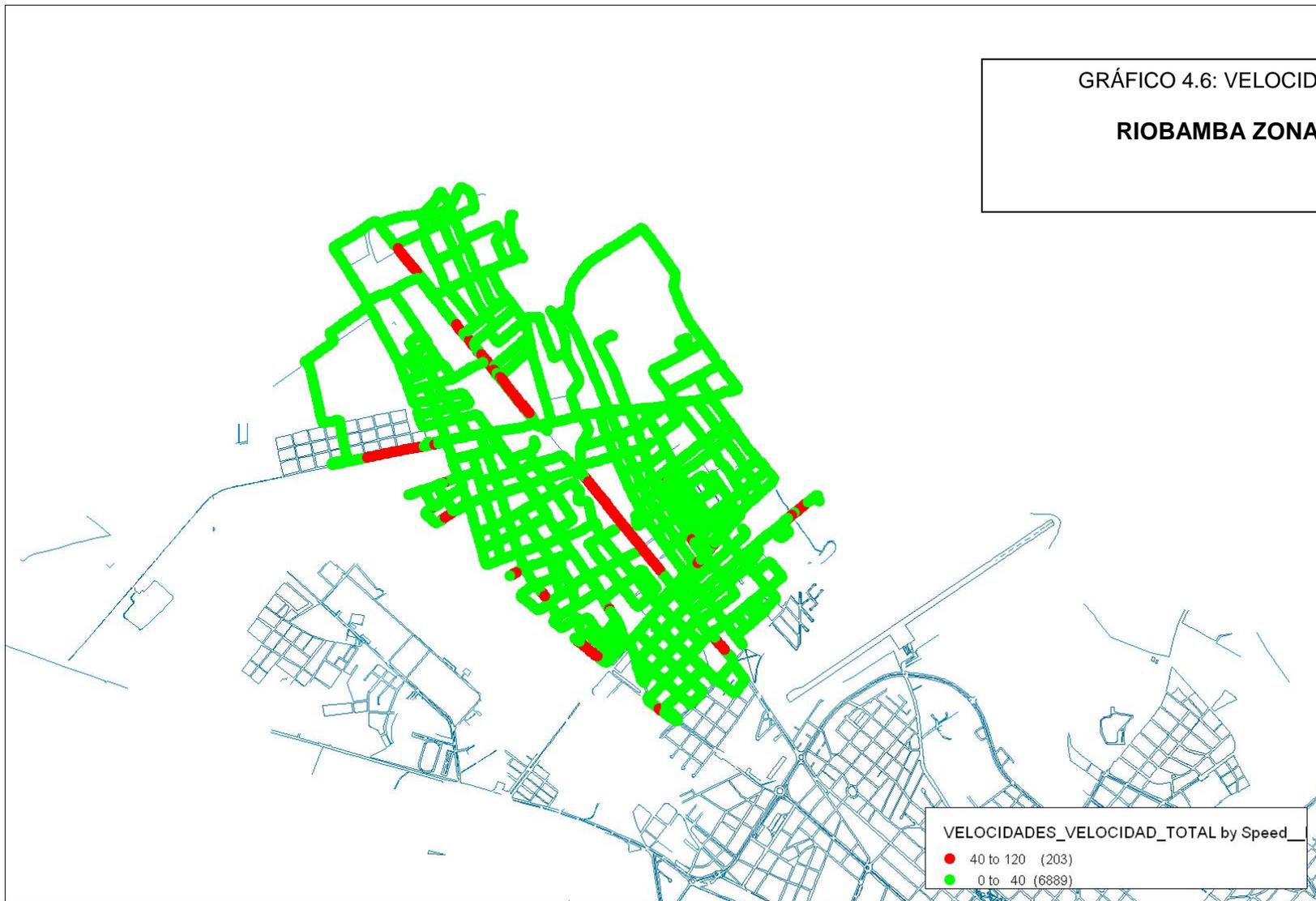


GRÁFICO 4.5: VELOCIDADES

RIOBAMBA ZONA 5



GRÁFICO 4.6: VELOCIDADES
RIOBAMBA ZONA 6



PORCENTAJE DE COBERTURA

Los resultados obtenidos son presentados gráficamente sobre el mapa de la ciudad, con información de los niveles de recepción de la señal promediados cada 10 metros, utilizando el software INTERPRETER y MAPINFO.

El porcentaje de cobertura ha sido determinado aplicando la siguiente fórmula: Número de eventos en los que se tiene valores superiores a -85 dBm, en ciudades; y -98 dBm en carreteras, sobre el número total de eventos en la ruta recorrida, promediados cada diez metros y manteniendo únicamente eventos válidos.

En la página web de la operadora OTECEL S.A. se detalla el mapa de cobertura en la ciudad de Riobamba, que se muestra a continuación



Donde se establece que la cobertura en la ciudad de Riobamba y sus alrededores está sobre los parámetros establecidos.

CÁLCULOS:

La ecuación para calcular el porcentaje de cobertura en la ciudad de Riobamba de la operadora OTECEL S.A. es:

$$\%c = \frac{n_s}{n} * 100$$

Donde

%C: es el porcentaje de cobertura

n_s : Es el Número de muestras con nivel de señal en el canal de control del equipo terminal superiores o iguales del nivel mínimo de acuerdo a la tecnología y por tipo de zona

n : Es el número de eventos válidos por zonas

ZONA 1

NIVEL DE SEÑAL	-0.1 a -85 dBm	-85 a -98 dBm	-98 a -120 dBm	EVENTOS VALIDOS TOTALES
NÚMERO DE EVENTOS	29149	242	0	29391

$$\%c = \frac{29149}{29391} * 100$$

$$\%c = 99.17$$

ZONA 2

NIVEL DE SEÑAL	-0.1 a -85 dBm	-85 a -98 dBm	-98 a -120 dBm	EVENTOS VALIDOS TOTALES
NÚMERO DE EVENTOS	21705	619	0	22324

$$\%c = \frac{21705}{22324} * 100$$

$$\%c = 97.23$$

ZONA 3

NIVEL DE SEÑAL	-0.1 a -85 dBm	-85 a -98 dBm	-98 a -120 dBm	EVENTOS VALIDOS TOTALES
NÚMERO DE EVENTOS	17478	555	0	18033

$$\%c = \frac{17478}{18033} * 100$$

$$\%c = 96.92$$

ZONA 4

NIVEL DE SEÑAL	-0.1 a -85 dBm	-85 a -98 dBm	-98 a -120 dBm	EVENTOS VALIDOS TOTALES
NÚMERO DE EVENTOS	58692	6669	1	65362

$$\%c = \frac{58692}{65362} * 100$$

$$\%c = 89.79$$

ZONA 5

NIVEL DE SEÑAL	-0.1 a -85 dBm	-85 a -98 dBm	-98 a -120 dBm	EVENTOS VALIDOS TOTALES
NÚMERO DE EVENTOS	54976	10443	116	65535

$$\%c = \frac{54976}{65535} * 100$$

$$\%c = 83.88$$

ZONA 6

NIVEL DE SEÑAL	-0.1 a -85 dBm	-85 a -98 dBm	-98 a -120 dBm	EVENTOS VALIDOS TOTALES
NÚMERO DE EVENTOS	6465	599	0	7064

$$\%c = \frac{6465}{7064} * 100$$

$$\%c = 91.52$$

TOTAL RIOBAMBA

NIVEL DE SEÑAL	-0.1 a -85 dBm	-85 a -98 dBm	-98 a -120 dBm	EVENTOS VALIDOS TOTALES
NÚMERO DE EVENTOS	188465	19127	117	207709

$$\%c = \frac{188465}{207709} * 100$$

$$\%c = 90.74$$

Los porcentajes de cobertura, se presentan en la siguiente tabla:

PARÁMETRO: PORCENTAJE DE COBERTURA EN CIUDADES

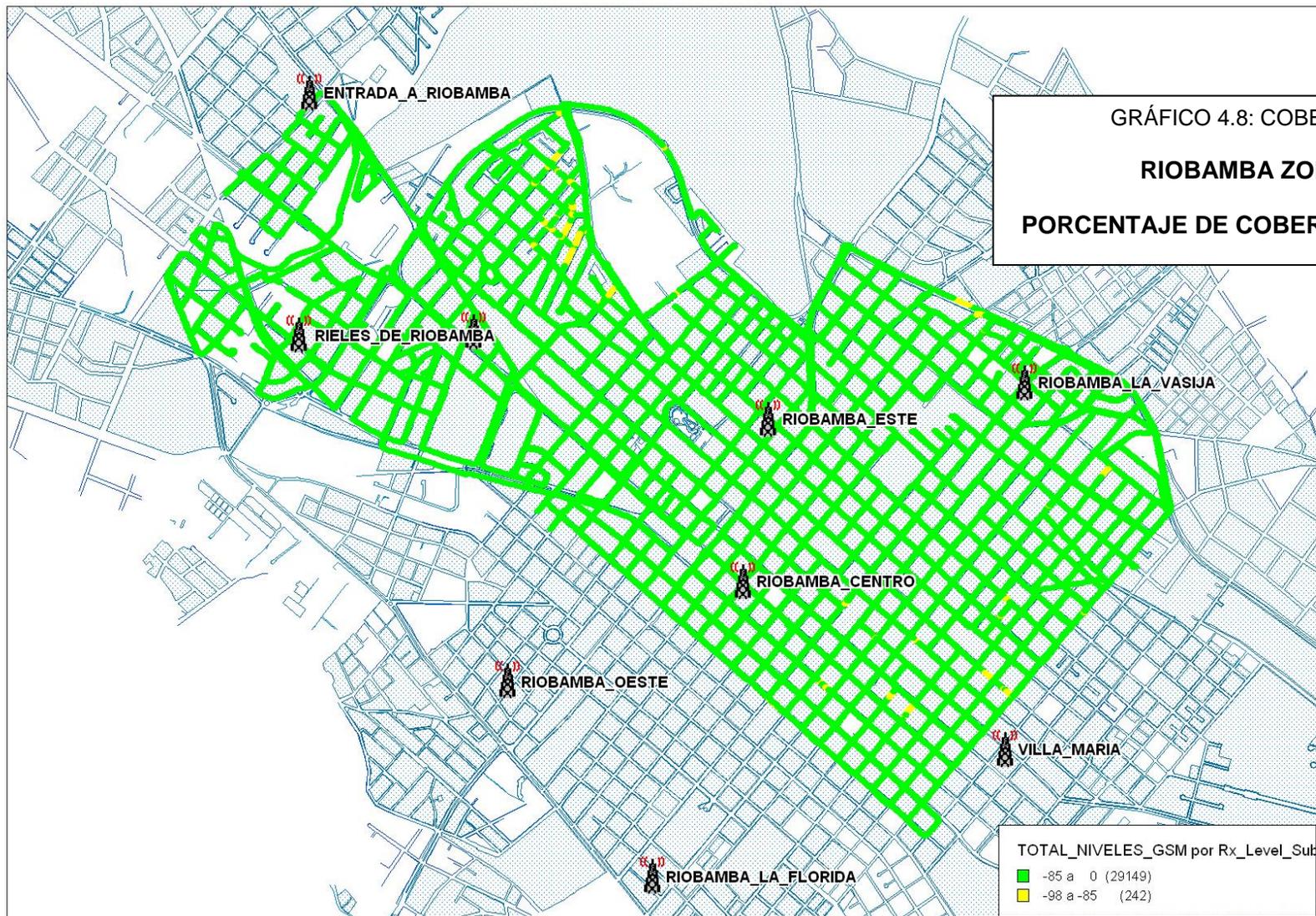
Operadora: **OTECEL S.A**

Ciudad	Zona	Nombre del gráfico	Fecha de medición	Valores mínimos objetivos		Nivel promedio de cobertura (dBm)	Porcentaje de cobertura	¿Cumple con el parámetro establecido?	
				dBm	%			SI	NO
RIOBAMBA	1	GRÁFICO 4.8	13,14,15 diciembre 2010	-85	95	-66.57	99.17%	x	
RIOBAMBA	2	GRÁFICO 4.9	16 diciembre 2010	-85	95	-70.70	97.23%	x	
RIOBAMBA	3	GRÁFICO 4.10	15,16 diciembre 2010	-85	95	-71.1	96.92%	x	
RIOBAMBA	4	GRÁFICO 4.11	17 enero de 2011	-85	95	-72.04	89.79%		x
RIOBAMBA	5	GRÁFICO 4.12	18, 19 enero 2011	-85	95	-73.95	83.88%		x
RIOBAMBA	6	GRÁFICO 4.13	21, 24 enero 2011	-85	95	-74.32	91.52%		x
RIOBAMBA	Total			-85	95	-71.44	90.74%		x

TABLA 4.2: Resumen de Resultados de Cobertura en la ciudad de Riobamba. Operadora: OTECEL S.A.

El porcentaje de cobertura total de la operadora OTECEL S.A. en la ciudad de Riobamba, no está dentro de los parámetros establecidos en el contrato de concesión.

MAPAS DE COBERTURA EN LAS 6 ZONAS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA



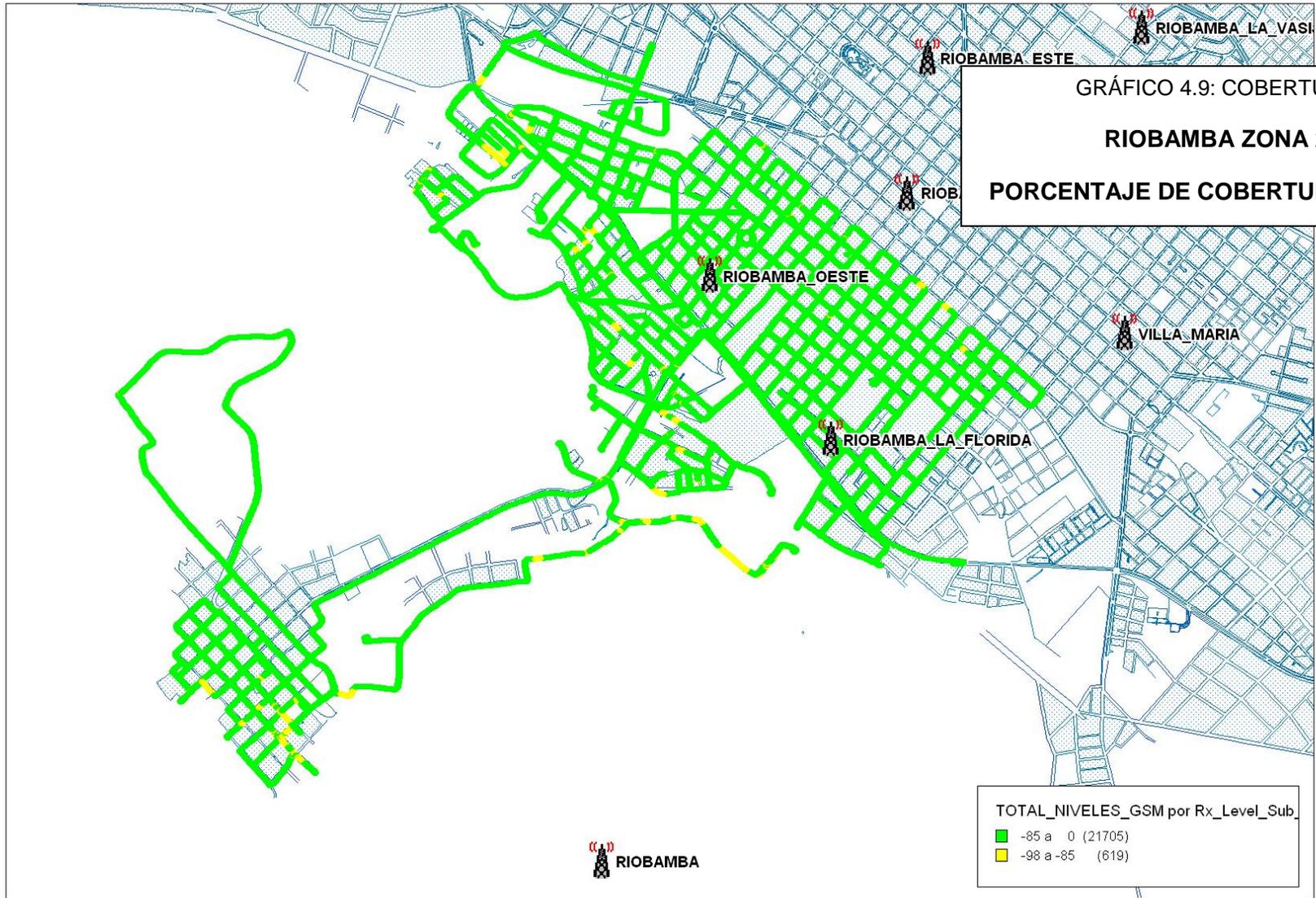
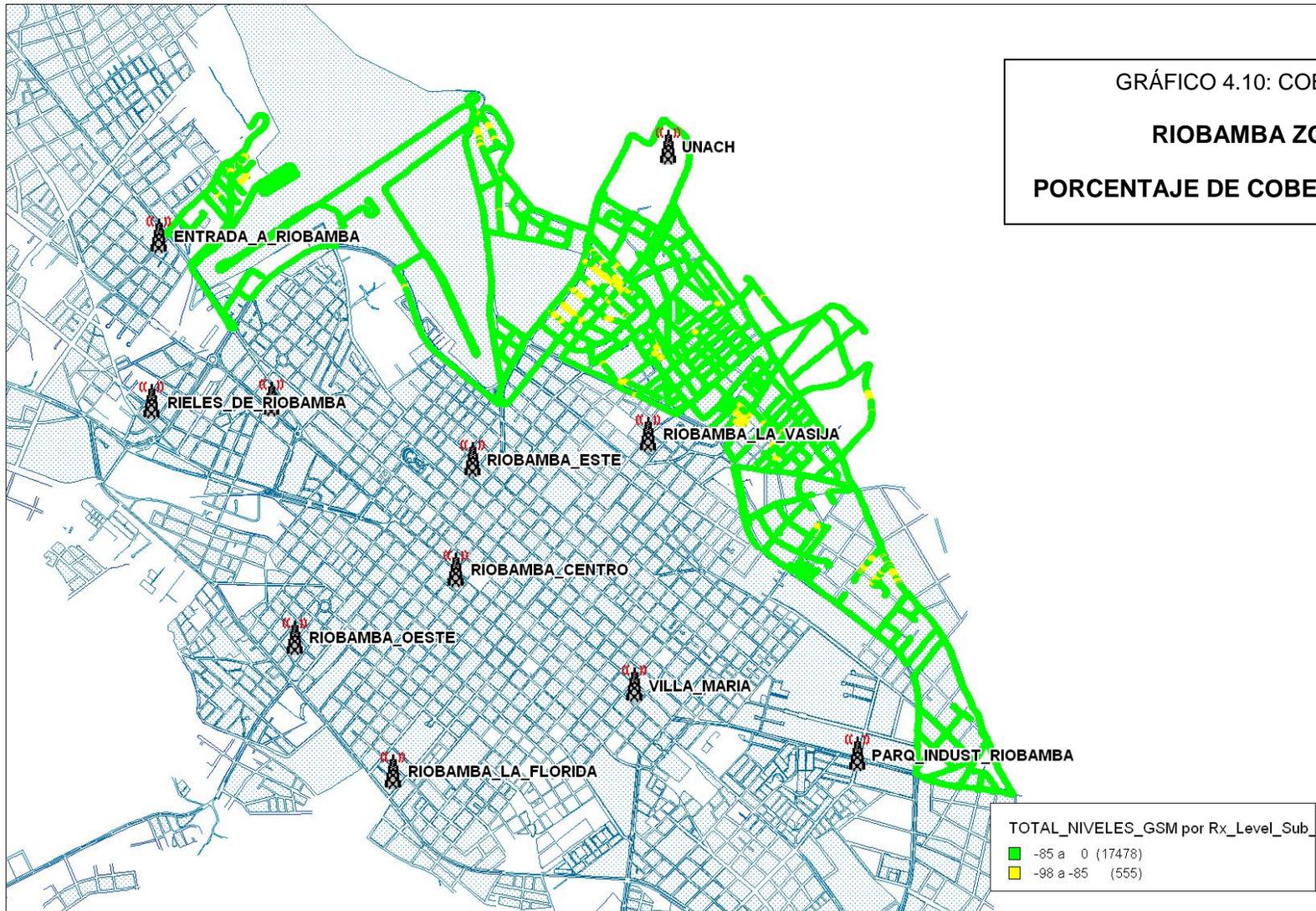


GRÁFICO 4.9: COBERTURA
RIOBAMBA ZONA 2
PORCENTAJE DE COBERTURA: 97.23%

TOTAL_NIVELES_GSM por Rx_Level_Sub

■	-85 a 0	(21705)
■	-98 a -85	(619)



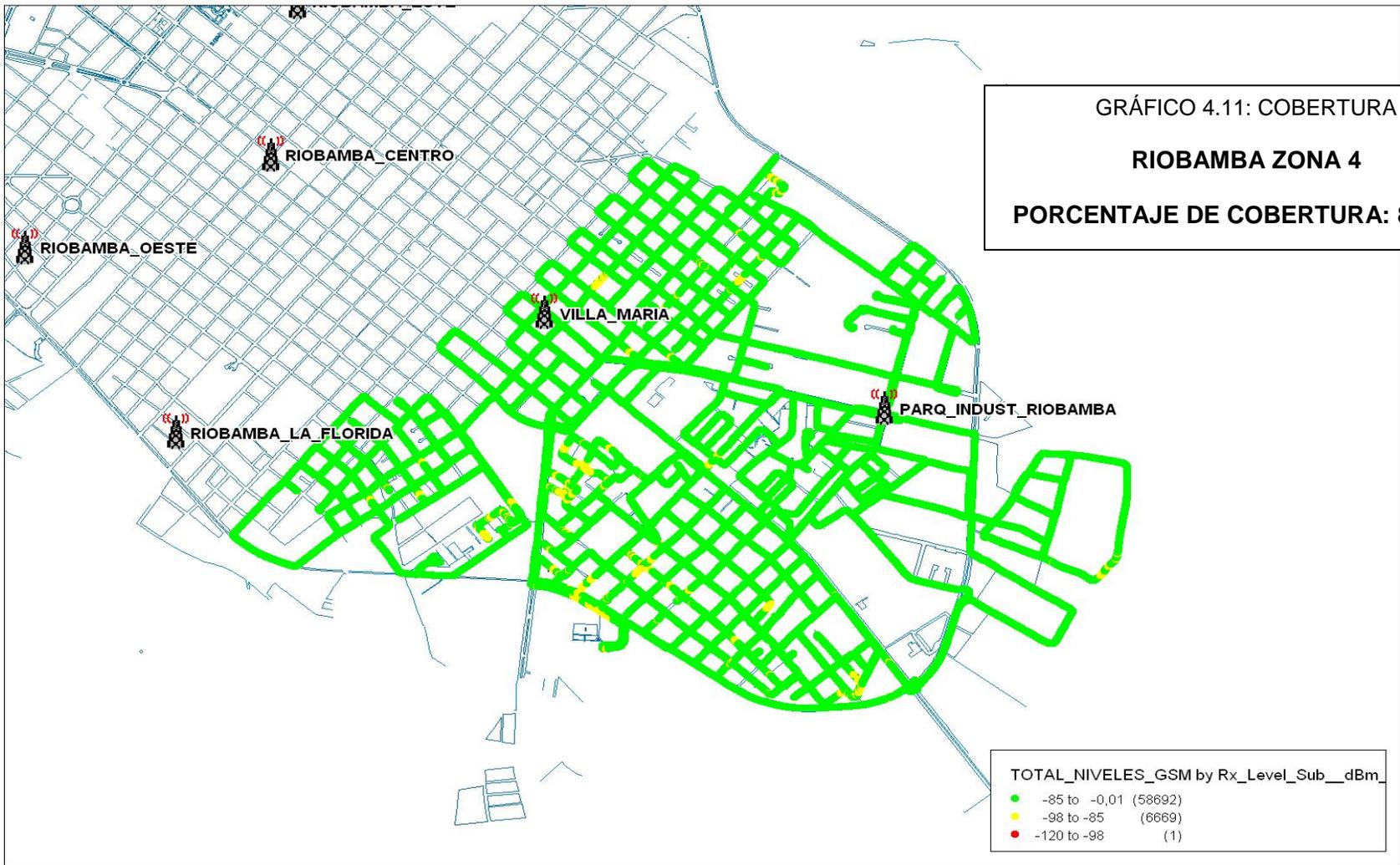
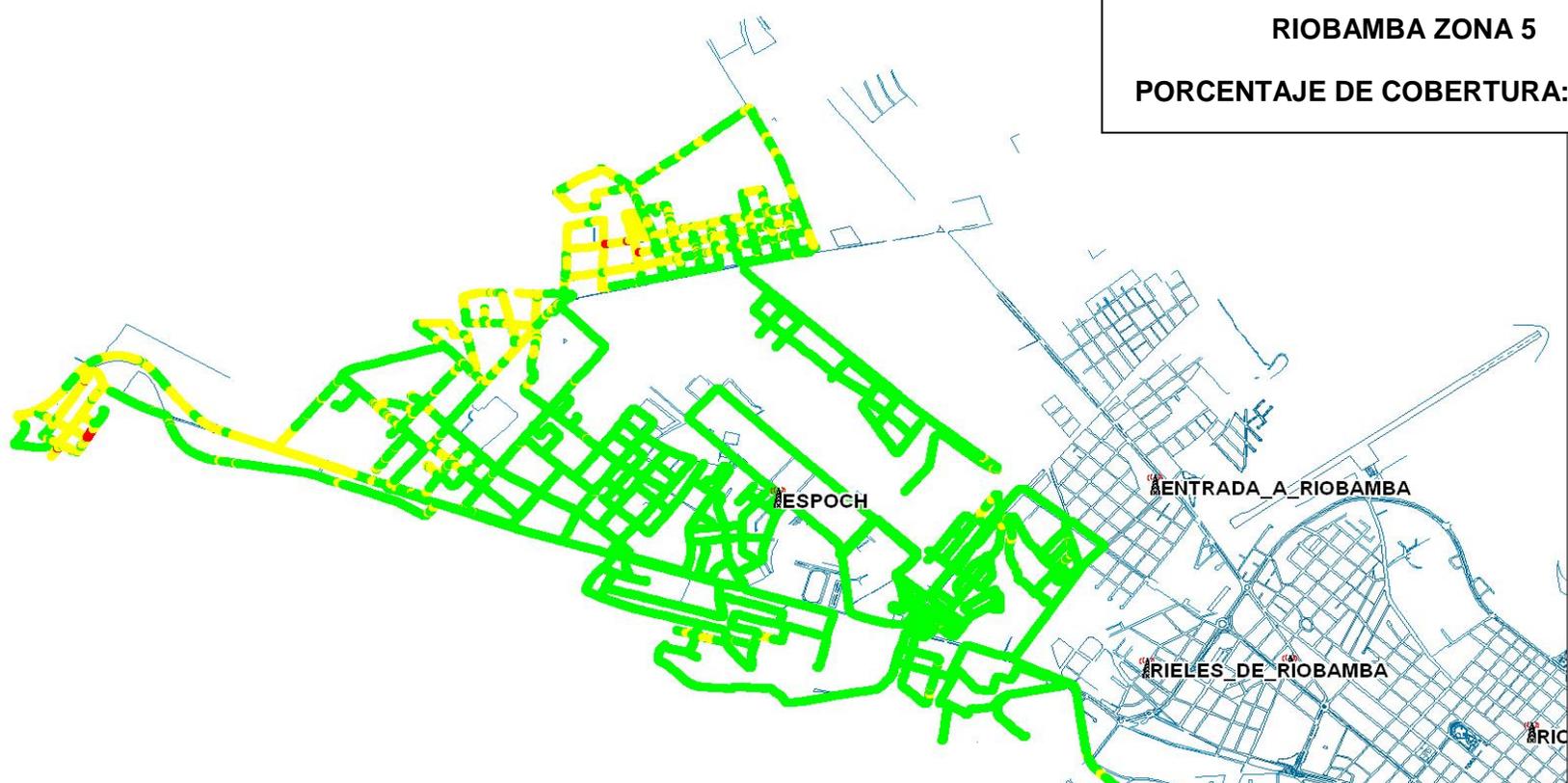


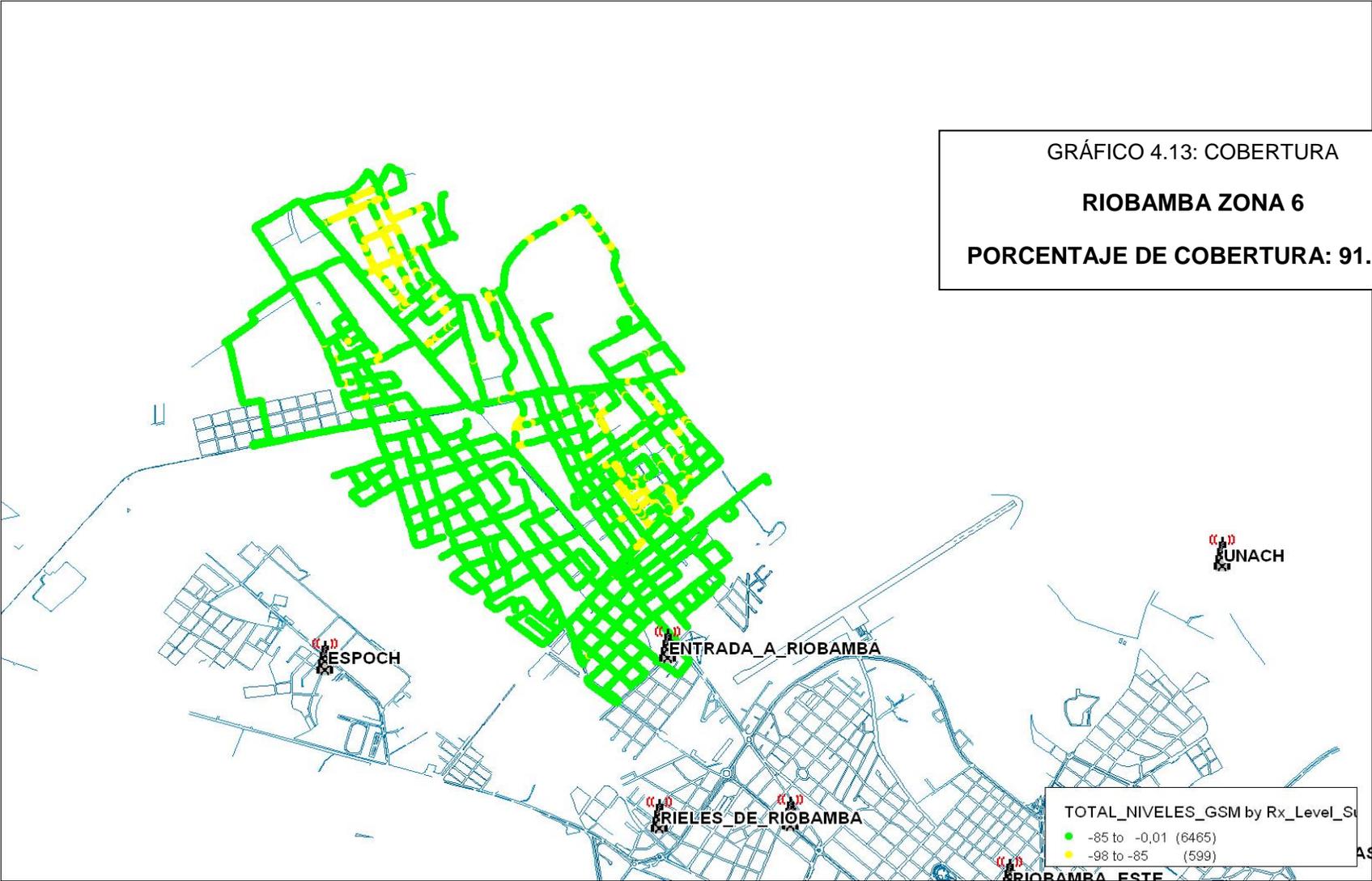
GRÁFICO 4.12: COBERTURA
RIOBAMBA ZONA 5
PORCENTAJE DE COBERTURA: 83.88%



TOTAL_NIVELES_GSM by Rx_Level_Sub

●	-85 to -0,01	(54976)
●	-98 to -85	(10443)
●	-120 to -98	(116)

GRÁFICO 4.13: COBERTURA
RIOBAMBA ZONA 6
PORCENTAJE DE COBERTURA: 91.52%



OPERADORA: CONECEL S.A.

En la página web de la operadora CONECEL S.A. se establece que la cobertura en la ciudad de Riobamba es de 1W, lo que significa que los niveles de señal en la población indicada son óptimos y permite que los usuarios tengan muy buena cobertura en cualquier punto de la población indicada, aún dentro de la casa y domicilios

CÁLCULOS:

La ecuación para calcular el porcentaje de cobertura en la ciudad de Riobamba de la operadora CONECEL S.A. es:

$$\%c = \frac{n_s}{n} * 100$$

Donde

%C: es el porcentaje de cobertura

n_s : Es el Número de muestras con nivel de señal en el canal de control del equipo terminal superiores o iguales del nivel mínimo de acuerdo a la tecnología y por tipo de zona

n : Es el número de eventos válidos por zonas

ZONA 1

NIVEL DE SEÑAL	-0.1 a -85 dBm	-85 a -98 dBm	-98 a -120 dBm	EVENTOS VALIDOS TOTALES
NÚMERO DE EVENTOS	29391	0	0	29391

$$\%c = \frac{29391}{29391} * 100$$

$$\%c = 100$$

ZONA 2

NIVEL DE SEÑAL	-0.1 a -85 dBm	-85 a -98 dBm	-98 a -120 dBm	EVENTOS VALIDOS TOTALES
NÚMERO DE EVENTOS	11858	10466	2	22326

$$\%c = \frac{11858}{22326} * 100$$

$$\%c = 53.11$$

ZONA 3

NIVEL DE SEÑAL	-0.1 a -85 dBm	-85 a -98 dBm	-98 a -120 dBm	EVENTOS VALIDOS TOTALES
NÚMERO DE EVENTOS	18033	0	0	18033

$$\%c = \frac{18033}{18033} * 100$$

$$\%c = 100$$

ZONA 4

NIVEL DE SEÑAL	-0.1 a -85 dBm	-85 a -98 dBm	-98 a -120 dBm	EVENTOS VALIDOS TOTALES
NÚMERO DE EVENTOS	50314	10636	128	61078

$$\%c = \frac{50314}{61078} * 100$$

$$\%c = 82.37$$

ZONA 5

NIVEL DE SEÑAL	-0.1 a -85 dBm	-85 a -98 dBm	-98 a -120 dBm	EVENTOS VALIDOS TOTALES
NÚMERO DE EVENTOS	60142	5303	79	65524

$$\%c = \frac{60142}{65524} * 100$$

$$\%c = 91.78$$

ZONA 6

NIVEL DE SEÑAL	-0.1 a -85 dBm	-85 a -98 dBm	-98 a -120 dBm	EVENTOS VALIDOS TOTALES
NÚMERO DE EVENTOS	6545	514	5	7064

$$\%c = \frac{6545}{7064} * 100$$

$$\%c = 92.65$$

TOTAL RIOBAMBA

NIVEL DE SEÑAL	-0.1 a -85 dBm	-85 a -98 dBm	-98 a -120 dBm	EVENTOS VALIDOS TOTALES
NÚMERO DE EVENTOS	176283	26902	210	203395

$$\%c = \frac{176283}{203395} * 100$$

$$\%c = 86.67$$

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las pruebas

PARÁMETRO: PORCENTAJE DE COBERTURA EN CIUDADES

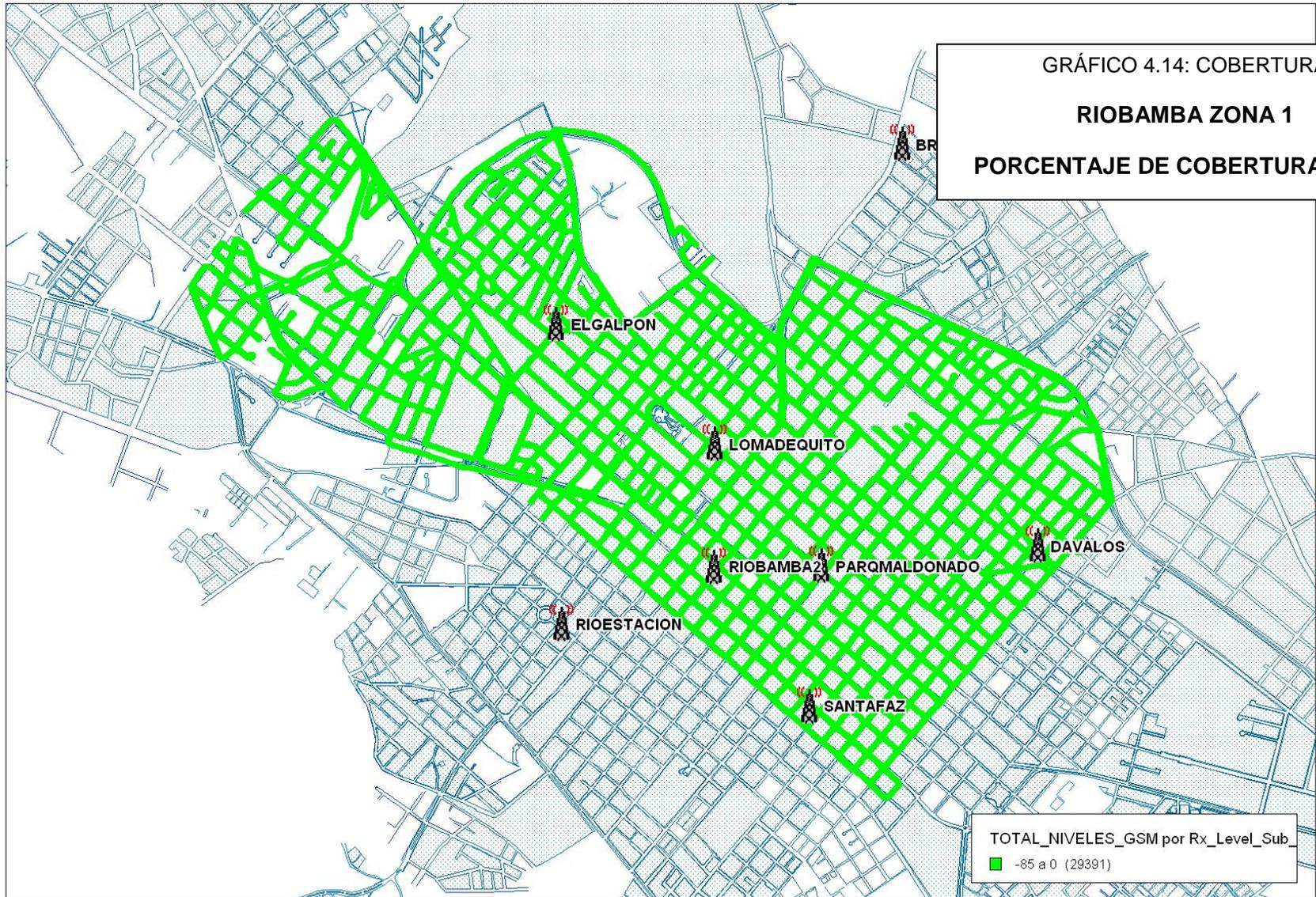
Operadora: **CONECEL S.A**

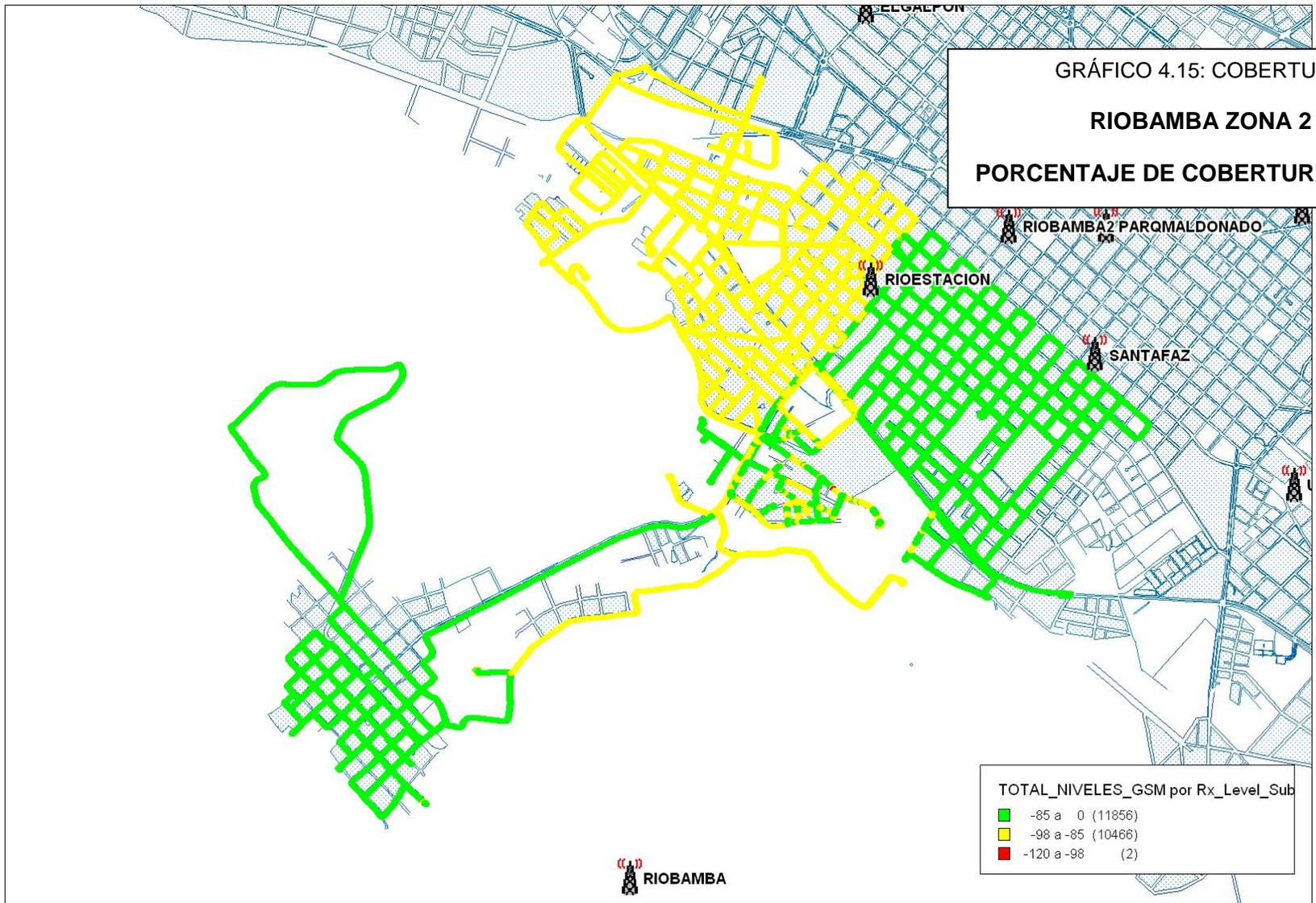
Ciudad	Zona	Nombre del gráfico	Fecha de medición	Valores mínimos objetivos		Nivel promedio de cobertura (dBm)	Porcentaje de cobertura	¿Cumple con el parámetro establecido?	
				dBm	%			SI	NO
RIOBAMBA	1	GRÁFICO 4.14	13,14,15 diciembre 2010	-85	95	-72.11	100%	x	
RIOBAMBA	2	GRÁFICO 4.15	16 diciembre 2010	-85	95	-80.84	53.11%		x
RIOBAMBA	3	GRÁFICO 4.16	15,16 diciembre 2010	-85	95	-63.99	100%	x	
RIOBAMBA	4	GRÁFICO 4.17	17 enero de 2011	-85	95	-75.71	82.37%		x
RIOBAMBA	5	GRÁFICO 4.18	18, 19 enero 2011	-85	95	-79.46	91.78%		x
RIOBAMBA	6	GRÁFICO 4.19	21, 24 enero 2011	-85	95	-74.43	92.65%		x
RIOBAMBA	Total			-85	95	-71.44	86.67%		x

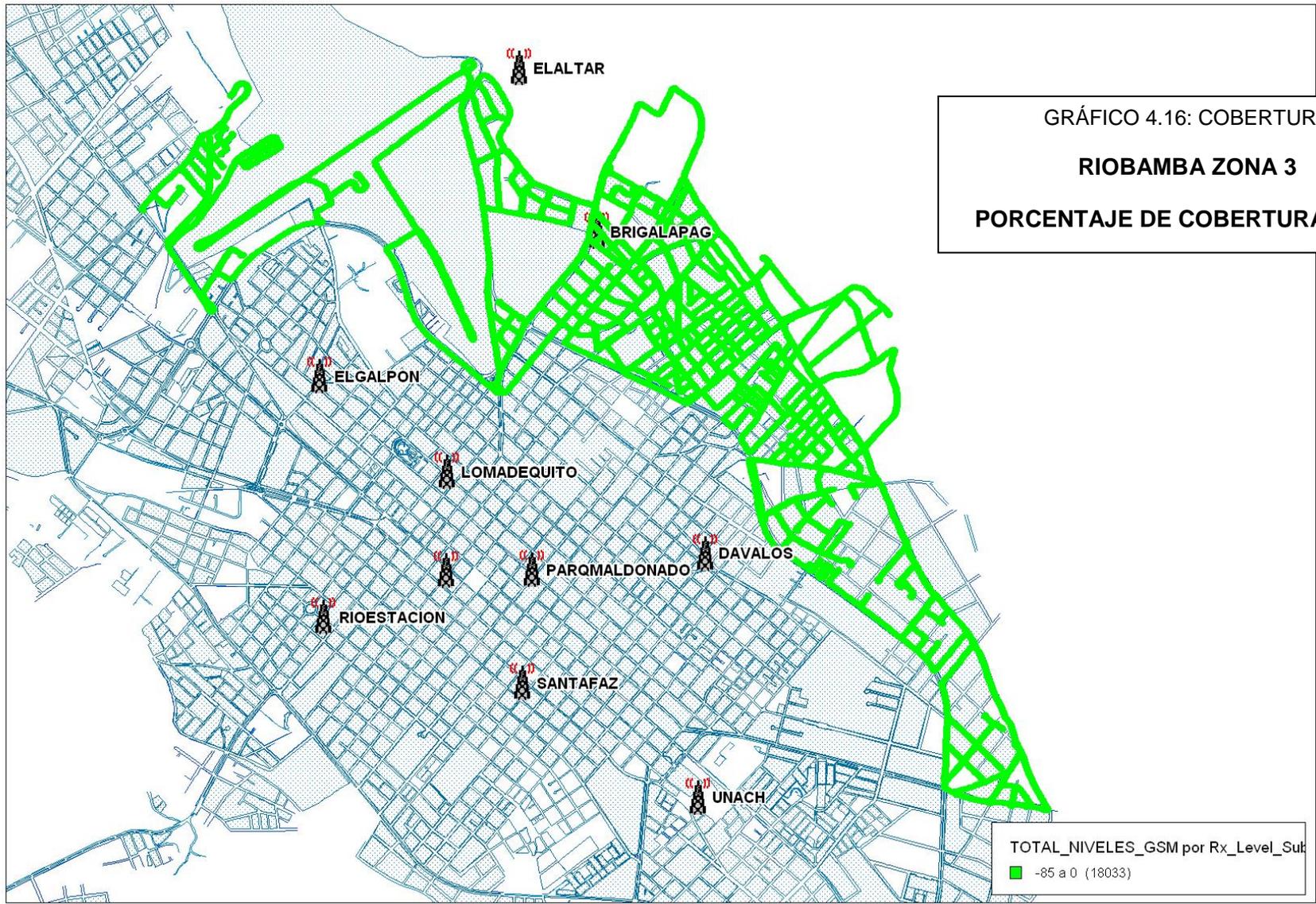
TABLA 4.3: Resumen de Resultados de Cobertura en la ciudad de Riobamba. Operadora: CONECEL S.A.

La operadora CONECEL S.A no cumple con el porcentaje de cobertura mínimo en ciudades (95%) en la ciudad de Riobamba

MAPA DE COBERTURA EN LAS 6 ZONAS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA







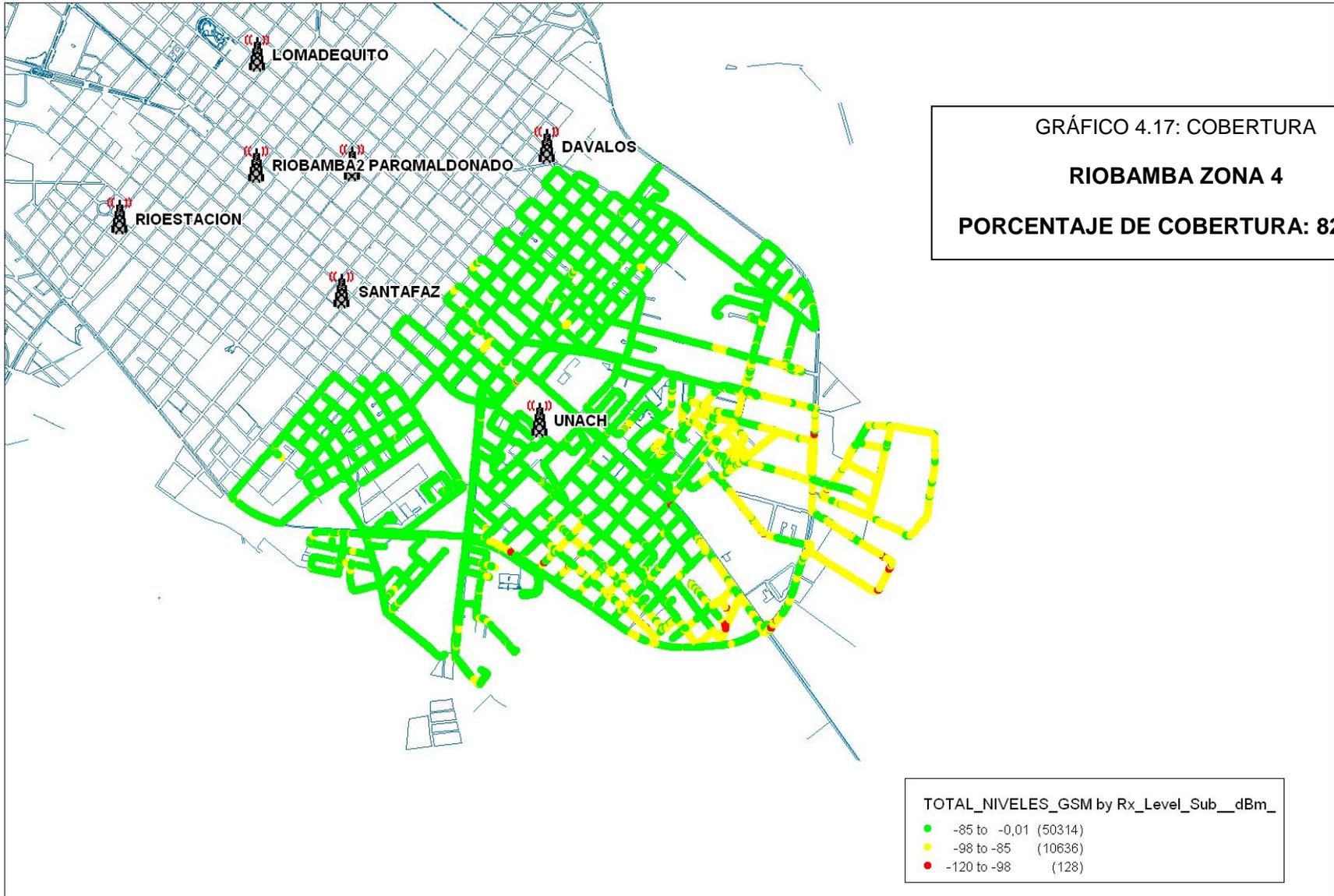


GRÁFICO 4.18: COBERTURA
RIOBAMBA ZONA 5
PORCENTAJE DE COBERTURA: 91.78%

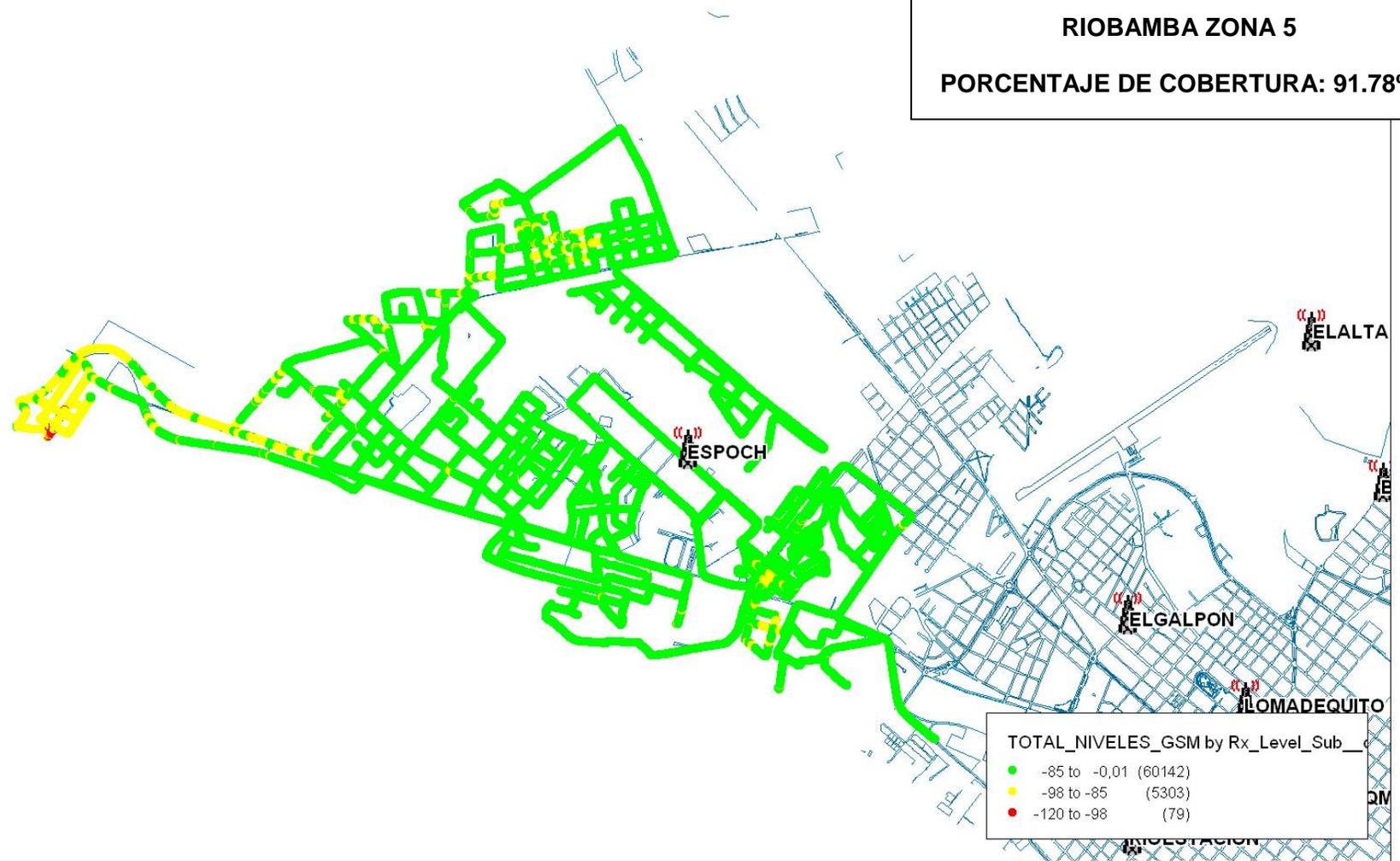
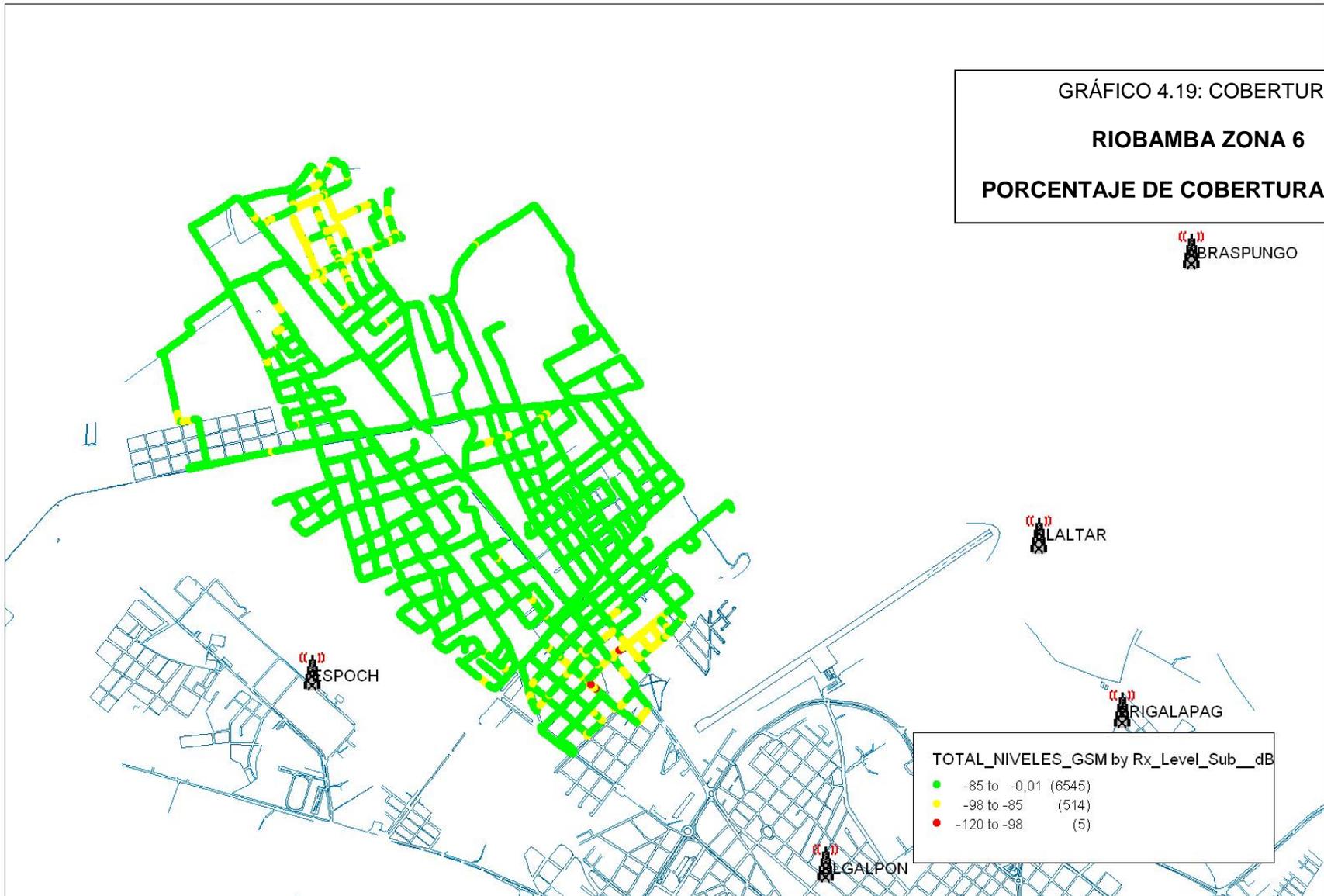


GRÁFICO 4.19: COBERTURA

RIOBAMBA ZONA 6

PORCENTAJE DE COBERTURA: 92.65%



PORCENTAJE DE LLAMADAS ESTABLECIDAS

Parámetros que se miden:

- ✓ Problemas de llamadas caídas
- ✓ Porcentaje de llamadas establecidas en tiempo menor o igual a 12 segundos.
- ✓ Porcentaje de Llamadas establecidas

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LOS PARÁMETROS PORCENTAJE Y TIEMPO DE ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS

Se pueden presentar los siguientes eventos por los cuales no se podría establecer la comunicación y se considerarán como llamadas no establecidas:

- El sistema enruta la llamada al buzón de voz o a un sistema de respuesta de voz interactiva (IVR), por motivos atribuibles a la red.
- El intento de llamada falló, se verifica cuando se recibe tono de congestión u ocupado, por razones atribuibles a la red.
- El sistema no envía ninguna señalización.
- Existe cruce de llamadas; es decir que la llamada es dirigida hacia otro número telefónico.

Se considerarán como llamadas establecidas, cuando:

- El número llamado contesta y se establece la comunicación (se incluyen las llamadas caídas y las establecidas en un tiempo mayor a 12 segundos)
- Con esta consideración, las llamadas de prueba se deben realizar de la siguiente manera:
- Rutas definidas de acuerdo con sectores o zonas dentro de las ciudades principales, de al menos 4 Km², en condiciones normales (no en días atípicos).
- El recorrido se lo hará sin repetir la misma trayectoria, en lo posible.
- Llamadas cortas con una duración de 45 segundos y 30 segundos entre llamadas.
- El terminal de destino será un número de prueba de OTECEL S.A.
- Velocidad máxima del vehículo: 40 Km/h

OPERADORA: OTECEL S.A.

VALORES OBJETIVOS

Porcentaje de llamadas establecidas:

Valor mínimo establecido: 95%

PORCENTAJE DE LLAMADAS ESTABLECIDAS

CÁLCULOS:

La ecuación para calcular el porcentaje de llamadas establecidas en la ciudad de Riobamba de la operadora OTECEL S.A. es:

$$\%llcom = \frac{Nllcom}{Nll} * 100$$

Donde

$\%llcom$ = Porcentaje de llamadas establecidas

Nll =Número total de intentos de llamadas en la red

$Nllcom$ = Número total de llamadas exitosas en la red

ZONA 1

VARIABLES	Nll	Nllcom	$\%llcom$
NÚMERO DE EVENTOS	377	376	99.73

$$\%llcom = \frac{376}{377} * 100$$

$$\%llcom = 99.73$$

ZONA 2

VARIABLES	NII	Nllcom	%llcom
NÚMERO DE EVENTOS	285	285	100

$$\%llcom = \frac{285}{285} * 100$$

$$\%llcom = 100$$

ZONA 3

VARIABLES	NII	Nllcom	%llcom
NÚMERO DE EVENTOS	231	231	100

$$\%llcom = \frac{231}{231} * 100$$

$$\%llcom = 100$$

ZONA 4

VARIABLES	NII	Nllcom	%llcom
NÚMERO DE EVENTOS	236	234	99.15

$$\%llcom = \frac{234}{236} * 100$$

$$\%llcom = 99.15$$

ZONA 5

VARIABLES	NII	Nllcom	%llcom
NÚMERO DE EVENTOS	258	256	99.22

$$\%llcom = \frac{256}{258} * 100$$

$$\%llcom = 99.22$$

ZONA 6

VARIABLES	NII	Nllcom	%llcom
NÚMERO DE EVENTOS	177	175	98.87

$$\%llcom = \frac{175}{177} * 100$$

$$\%llcom = 98.87$$

Tiempo de Establecimiento de llamadas:

Tiempo máximo establecido: 12 segundos.

Valor mínimo establecido: 95% de llamadas establecidas dentro del tiempo máximo establecido

CÁLCULOS:

La ecuación para calcular el porcentaje de llamadas establecidas en un tiempo menor a 12s. en la ciudad de Riobamba de la operadora OTECEL S.A. es:

$$\%C = \frac{lle}{tlle} * 100$$

Donde

$\%t$ = Porcentaje de llamadas establecidas en un tiempo menor a 12s.

lle =Total de llamadas establecidas antes de los 12s. de las llamadas establecidas en la red

$tlle$ = Número total de llamadas establecidas en la red

ZONA 1

VARIABLES	Lle	tle	%C
NÚMERO DE EVENTOS	372	376	98.94

$$\%C = \frac{372}{376} * 100$$

$$\%C = \mathbf{98.94}$$

ZONA 2

VARIABLES	Lle	tle	%C
NÚMERO DE EVENTOS	280	285	98.25

$$\%C = \frac{280}{285} * 100$$

$$\%C = \mathbf{98.25}$$

ZONA 3

VARIABLES	Lle	tle	%C
NÚMERO DE EVENTOS	228	231	98.70

$$\%C = \frac{228}{231} * 100$$

$$\%C = \mathbf{98.70}$$

ZONA 4

VARIABLES	Lle	tle	%C
NÚMERO DE EVENTOS	232	234	99.15

$$\%C = \frac{232}{234} * 100$$

$$\%C = 99.15$$

ZONA 5

VARIABLES	Lle	tle	%C
NÚMERO DE EVENTOS	243	256	94.92

$$\%C = \frac{243}{256} * 100$$

$$\%C = 94.92$$

ZONA 6

VARIABLES	Lle	tle	%C
NÚMERO DE EVENTOS	168	175	96.00

$$\%C = \frac{168}{175} * 100$$

$$\%C = 96.00$$

PORCENTAJE DE LLAMADAS CAÍDAS:

El porcentaje de llamadas caídas debe ser menor a 2% del total de llamadas realizadas.

Las pruebas en la ciudad de Riobamba de la operadora OTECEL S.A. no presentan problemas con llamadas caídas.

En la siguiente tabla se detallan los resultados de las pruebas de porcentaje de llamadas establecidas, porcentaje de llamadas establecidas dentro de los 12s y porcentaje de llamadas caídas de la operadora OTECEL S.A.

SIGLAS	SIGNIFICADO
A	Llamada establecida, el número B contesta y se establece la comunicación, se incluyen las llamadas caídas y las llamadas establecidas en un tiempo mayor 12 segundos
B	El sistema direcciona la llamada al buzón de voz o a un IVR, por causa del operador.
C	Llamada falló: el sistema da tono de congestión, ocupado
D	El sistema no envía ninguna señalización
E	Llamada conectada en tiempo superior a 12 segundos
F	Llamadas caídas
G	Otros

RESULTADOS DE LLAMADAS ESTABLECIDAS

OPERADORA: OTECEL S.A.

Zona	Fecha de medición	# total de llamadas [A+B+C+D+G]	A	B	C	D	E	F	G	% de llamadas establecidas	Tiempo Promedio (s)	% de llamadas menores a 12 seg	% Llamadas CAÍDAS
1	13,14,15 diciembre 2010	377	376	0	1	0	4	0	0	99.73%	6,04	98,94%	0,00%
2	16 diciembre 2010	285	285	0	0	0	5	0	0	100.00%	6,23	98,25%	0,00%
3	15,16 diciembre 2010	231	231	0	0	0	3	0	0	100.00%	6,02	98,70%	0,00%
4	17 enero de 2011	236	234	0	2	0	2	0	0	99,15%	7,01	99,15%	0,00%
5	18,19 de enero de 2011	258	256	0	2	0	13	0	0	99,22%	7,81	94,92%	0,00%
6	21,24 de enero de 2011	177	175	0	2	0	7	0	0	98,87%	7,69	96,00%	0,00%
TOTAL RIOBAMBA		1564	1557	0	7	0	34	0	0	99.08%	6,8	97.66%	0,00%

TABLA 4.4: Resumen resultados porcentaje de llamadas establecidas, porcentaje de llamadas establecidas en un intervalo de tiempo menor a 12s. de la operadora OTECEL S.A.

OPERADORA: CONECEL S.A.

PORCENTAJE DE LLAMADAS ESTABLECIDAS

Valor mínimo establecido: 95%

CÁLCULOS:

La ecuación para calcular el porcentaje de llamadas establecidas en la ciudad de Riobamba de la operadora CONECEL S.A. es:

$$\%llcom = \frac{Nllcom}{Nll} * 100$$

Donde

%llcom= Porcentaje de llamadas establecidas

Nll=Número total de intentos de llamadas en la red

Nllcom= Número total de llamadas exitosas en la red

ZONA 1

VARIABLES	Nll	Nllcom	%llcom
NÚMERO DE EVENTOS	241	238	98.76

$$\%llcom = \frac{238}{241} * 100$$

$$\%llcom = \mathbf{98.76}$$

ZONA 2

VARIABLES	Nll	Nllcom	%llcom
NÚMERO DE EVENTOS	251	248	98.80

$$\%llcom = \frac{248}{251} * 100$$

$$\%llcom = \mathbf{98.80}$$

ZONA 3

VARIABLES	NII	Nllcom	%llcom
NÚMERO DE EVENTOS	221	219	99.10

$$\%llcom = \frac{231}{231} * 100$$

$$\%llcom = \mathbf{99.10}$$

ZONA 4

VARIABLES	NII	Nllcom	%llcom
NÚMERO DE EVENTOS	230	230	100

$$\%llcom = \frac{230}{230} * 100$$

$$\%llcom = \mathbf{100}$$

ZONA 5

VARIABLES	NII	Nllcom	%llcom
NÚMERO DE EVENTOS	260	258	99.23

$$\%llcom = \frac{258}{260} * 100$$

$$\%llcom = \mathbf{99.23}$$

ZONA 6

VARIABLES	NII	Nllcom	%llcom
NÚMERO DE EVENTOS	193	193	100

$$\%llcom = \frac{193}{193} * 100$$

$$\%llcom = \mathbf{100}$$

Tiempo de Establecimiento de llamadas:

Tiempo máximo establecido: 12 segundos.

Valor mínimo establecido: 95% de llamadas establecidas en un tiempo no superior al tiempo máximo establecido

CÁLCULOS:

La ecuación para calcular el porcentaje de llamadas establecidas en un tiempo menor a 12s. en la ciudad de Riobamba de la operadora OTECEL S.A. es:

$$\%C = \frac{lle}{tlle} * 100$$

Donde

$\%C$ = Porcentaje de llamadas establecidas en un tiempo menor a 12s.

lle =Total de llamadas establecidas antes de los 12s. de las llamadas establecidas en la red

$tlle$ = Número total de llamadas establecidas en la red

ZONA 1

VARIABLES	Lle	tIle	%C
NÚMERO DE EVENTOS	237	238	99.58

$$\%C = \frac{237}{238} * 100$$

$$\%C = \mathbf{99.58}$$

ZONA 2

VARIABLES	Lle	tIle	%C
NÚMERO DE EVENTOS	244	248	98.39

$$\%C = \frac{244}{248} * 100$$

$$\%C = \mathbf{98.39}$$

ZONA 3

VARIABLES	Lle	tIle	%C
NÚMERO DE EVENTOS	217	219	99.09

$$\%C = \frac{217}{219} * 100$$

$$\%C = \mathbf{99.09}$$

ZONA 4

VARIABLES	Lle	tIle	%C
NÚMERO DE EVENTOS	228	230	99.13

$$\%C = \frac{228}{230} * 100$$

$$\%C = 99.13$$

ZONA 5

VARIABLES	Lle	tle	%C
NÚMERO DE EVENTOS	251	258	97.29

$$\%C = \frac{251}{258} * 100$$

$$\%C = 97.29$$

ZONA 6

VARIABLES	Lle	tle	%C
NÚMERO DE EVENTOS	190	193	98.45

$$\%C = \frac{190}{193} * 100$$

$$\%C = 98.45$$

RESULTADOS DE LLAMADAS ESTABLECIDAS

OPERADORA: CONECEL S.A.

Zona	Fecha de medición	# total de llamadas [A+B+C+D+G]	A	B	C	D	E	F	G	% de llamadas establecidas	Tiempo Promedio (s)	% de llamadas mayores a 12 seg	% Llamadas CAÍDAS
1	13,14,15 diciembre 2010	241	238	0	0	3	1	0	0	98,76%	5,94	99,58%	0,00%
2	16 diciembre 2010	251	248	0	1	2	4	0	0	98,80%	6,21	98,39%	0,00%
3	15,16 diciembre 2010	221	219	0	1	1	2	0	0	99,10%	5,94	99,09%	0,00%
4	17 enero de 2011	230	230	0	0	0	2	0	0	100,00%	6,17	99,13%	0,00%
5	18,19 de enero de 2011	260	258	0	2	0	7	1	0	99,23%	6,24	97,29%	0,38%
6	21,24 de enero de 2011	193	193	0	0	0	3	1	0	100,00%	6,18	98,45%	0,52%
TOTAL RIOBAMBA		1366	1362	0	4	0	24	4	0	99,74%	6,113%	98.65%	0.30%

TABLA 4.5: Resumen resultados porcentaje de llamadas establecidas, porcentaje de llamadas establecidas en un intervalo de tiempo menor a 12s. de la operadora CONECEL S.A.

El parámetro llamadas establecidas de la operadora OTECEL S.A. en la ciudad de Riobamba, está dentro de lo establecido en el contrato de concesión (95%)

No se presentaron problemas de llamadas caídas y el tiempo promedio de establecimiento de la llamada en la ciudad de Riobamba es de 6.8 segundos, por lo tanto está dentro del valor objetivo definido

El parámetro llamadas establecidas de la operadora OTECEL S.A. en la ciudad de Riobamba es de 99.74%, por lo tanto está dentro de lo establecido en el contrato de concesión (95%)

Las llamadas realizadas desde la operadora CONECEL S.A. presentaron 2 llamadas caídas en diferentes lugares de la ciudad de Riobamba que se detallan a continuación:

INFORME DE RESULTADOS DE DRIVE TEST

SITIOS CON PROBLEMAS DE COBERTURA Y LLAMADAS CAIDAS

SIGLAS:

A	Sin Servicio - No existe cobertura
B	Bajo nivel de señal (menor a -98 dBm)
C	Llamada caída
D	Otro

SITIOS CON PROBLEMAS DE LLAMADAS CAÍDAS								
Ciudad	Ruta	Fecha de medición	Tecn. o.	INDICATIVO	Nombre del gráfico ANEXO 3	Sitio del problema		
						Dirección	Latitud	Longitud
RIOBAMBA	ZONA 5	19/01/2011	3G	1	GRÁFICO 1 GRÁFICO 2	Carchi y Araucanos	- 1,64437274 7	- 78,6848559
RIOBAMBA	ZONA 6	24/01/2011	3G	2	GRÁFICO 3 GRÁFICO 4	Ernesto Noboa Caamaño y Pablo Palacios	- 1,65387101 9	- 78,6639060 2

TABLA 4.6: Resultados de llamadas caídas OPERADORA: CONECEL S.A.

MAPAS (LLAMADAS CAÍDAS)

**GRÁFICO 4.20: RESULTADOS DE LLAMADAS CAIDAS
CAIDAS
ZONA 5**

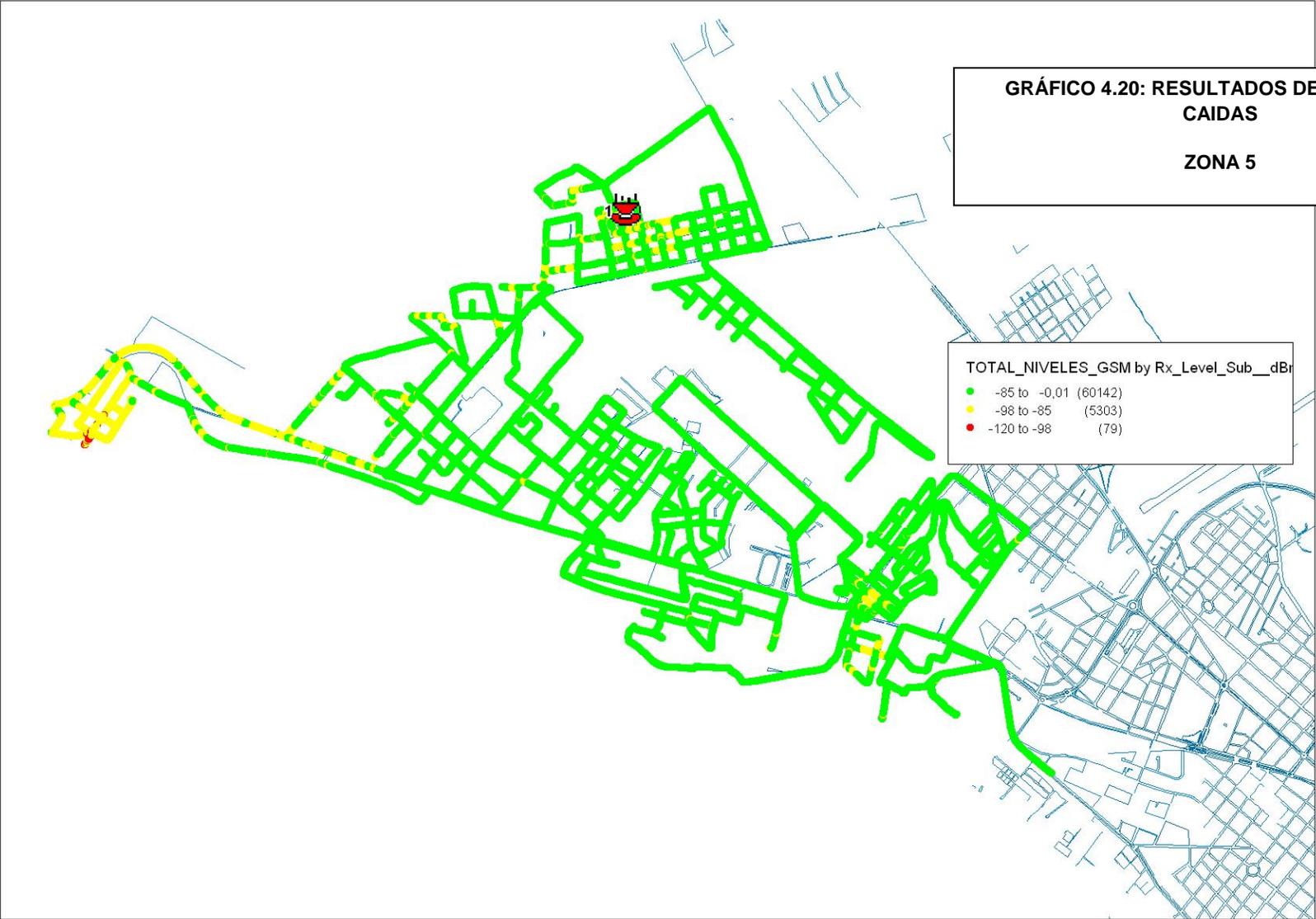
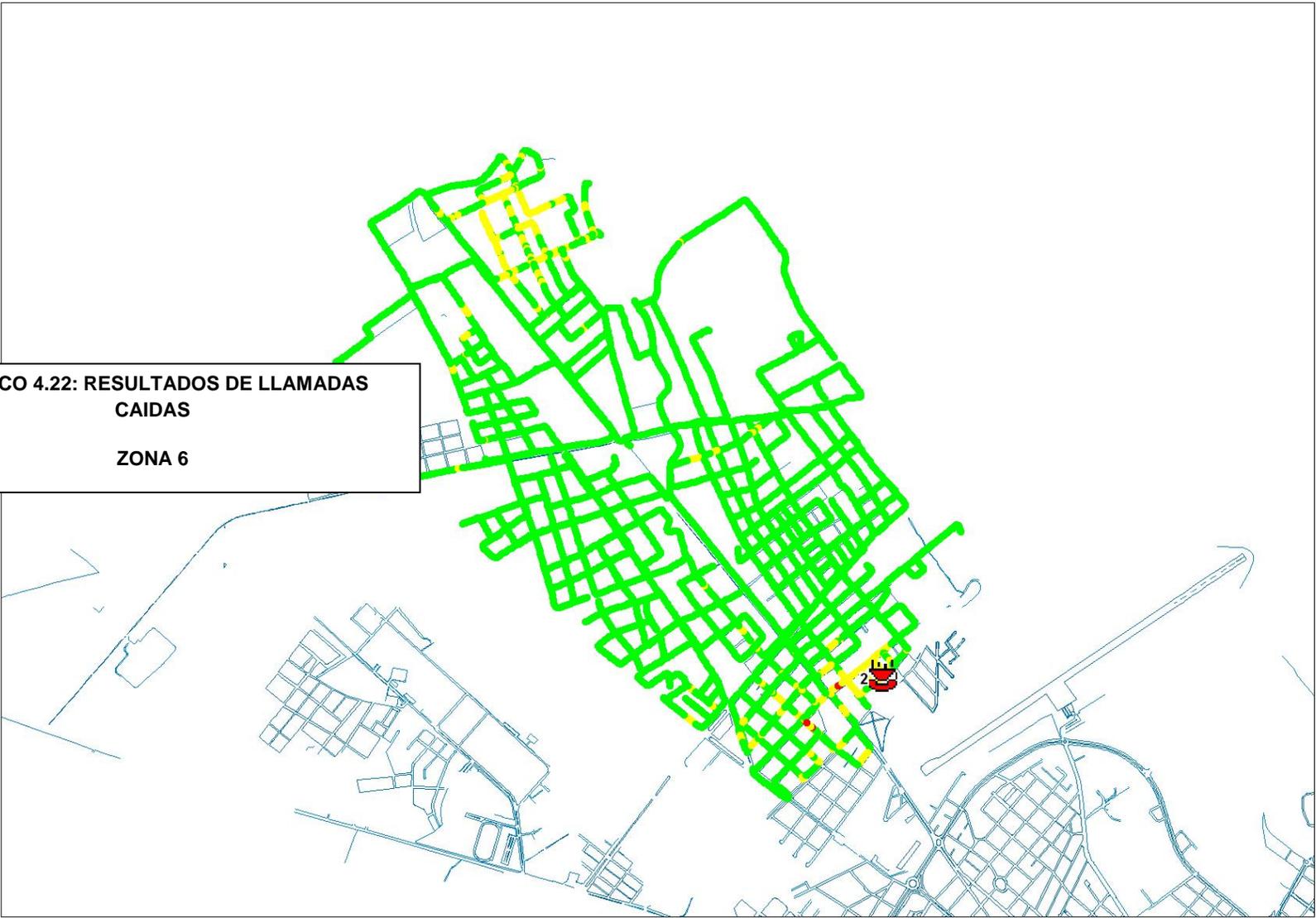
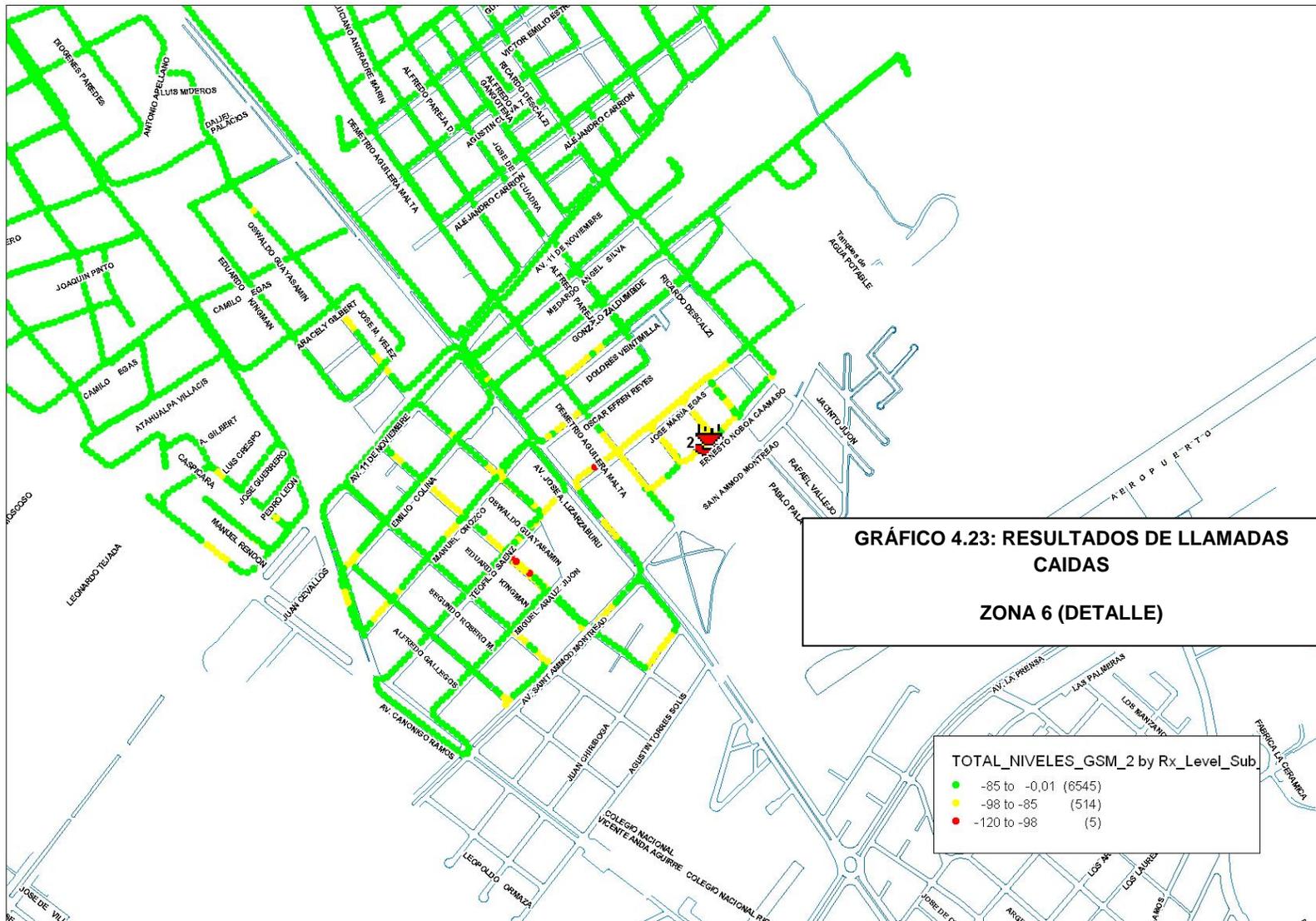




GRÁFICO 4.21: RESULTADOS DE LLAMADAS CAIDAS
ZONA 5 (DETALLE)

**GRÁFICO 4.22: RESULTADOS DE LLAMADAS
CAIDAS
ZONA 6**





TASA DE MENSAJES CORTOS

Parámetros que se miden:

- ✓ PORCENTAJE DE MENSAJES CORTOS CON ÉXITO (ON NET)
- ✓ TIEMPO PROMEDIO DE ENTREGA DE MENSAJES CORTOS (ON NET)

METODOLOGÍA PARA EL ENVÍO DE MENSAJES DE PRUEBA

La metodología para determinar este parámetro de calidad, se basa en la realización de pruebas de envío y recepción de SMS's, y es la siguiente:

Las pruebas de SMS se efectúan en escenarios totalmente controlados de tal forma que se desechan todas las posibilidades de que el SMS no llegue a su destinatario final por causas inherentes al usuario; es decir, se garantiza:

- Que los terminales se encuentran encendidos y dentro del área de cobertura de la operadora.
- Que el terminal llamado se encuentra desocupado.
- Que los terminales se encuentran activados y habilitados para enviar y recibir SMS's en la red de la operadora que se efectúa la evaluación.
- Que el terminal tiene la suficiente capacidad de memoria para recibir SMS's.
- Que tenga carga suficiente.

Se pueden dar los siguientes eventos en las pruebas que se realicen:

- El sistema indica que el SMS se ha enviado y el destinatario recibe el mensaje.
- El sistema indica que el SMS no se ha enviado, pero el destinatario sí recibe el mensaje.
- El sistema indica que el SMS se ha enviado pero el destinatario no recibe el mensaje.
- El sistema indica que el SMS no se ha enviado y el destinatario no recibe el mensaje.

Se tomará el tiempo medido en segundos transcurrido entre el envío de un mensaje corto por parte del usuario origen y la recepción del mensaje por parte del usuario destino, en la misma red. Las mediciones se realizarán en condiciones normales (no en días atípicos). En este caso, en las pruebas realizadas para tecnología GSM actúa como receptor el mismo terminal que realizó el envío del mensaje.

Los mensajes enviados y recibidos en un tiempo mayor a 30 segundos, se incluyen en el grupo total de mensajes exitosos en la columna A del formulario STM-5 y STM-7.

VALORES OBJETIVOS

Porcentaje de Completación de SMS'S ON NET

Porcentaje de SMS's recibidos:

Valor mínimo objetivo: 95%.

Tiempo de entrega de SMS's ON NET:

Valor Objetivo ≤ 30 segundos.

RESULTADOS OBTENIDOS:

SIGLAS:

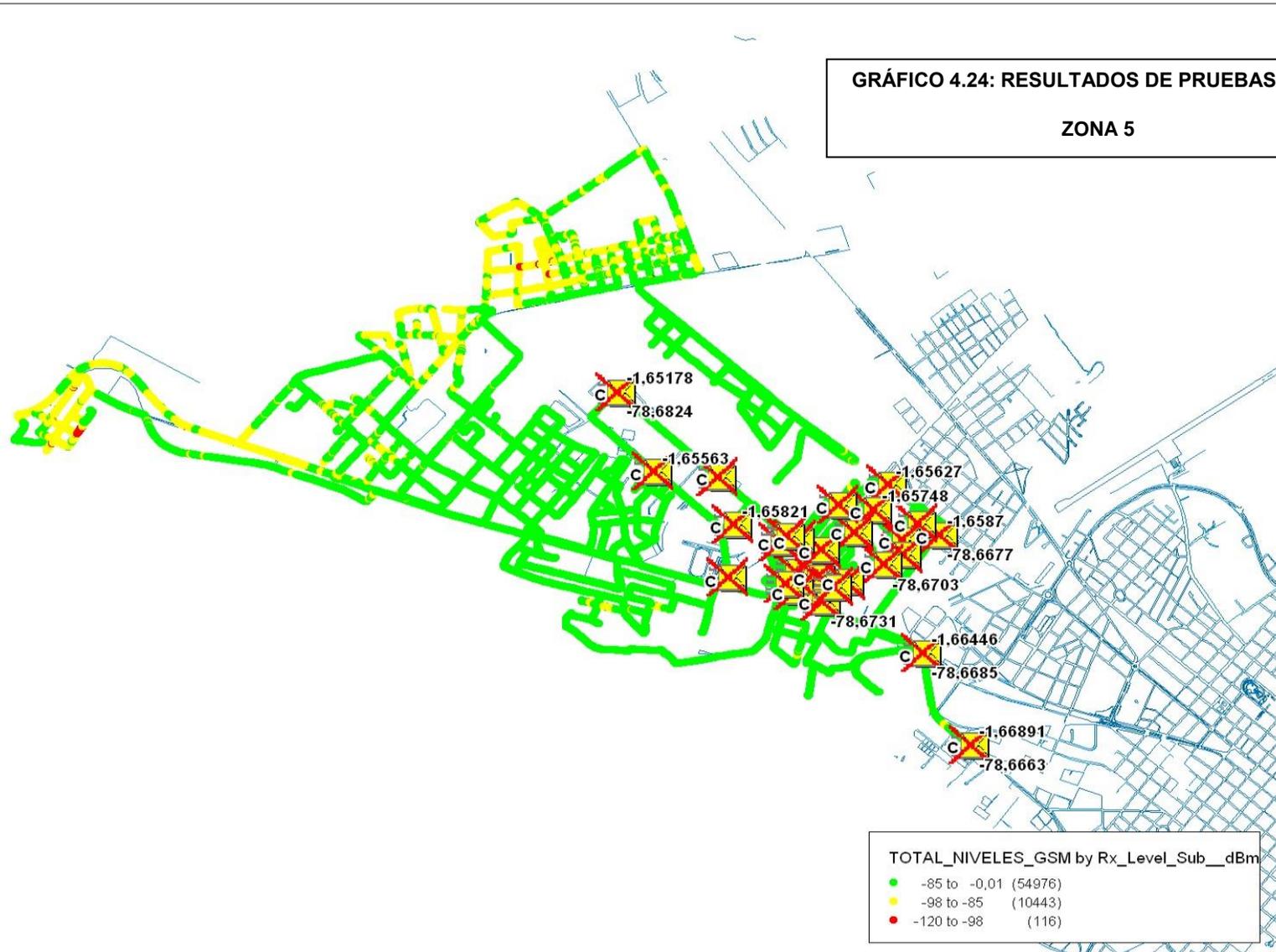
A	Mensaje enviado y recibido exitosamente
B	Aviso en el terminal A de que el mensaje no ha sido enviado, pero el terminal B sí lo recibe.
C	Aviso en el terminal A de que el mensaje ha sido enviado pero el terminal B no lo recibe.
D	Aviso en el terminal A de que el mensaje no ha sido enviado y no es recibido.

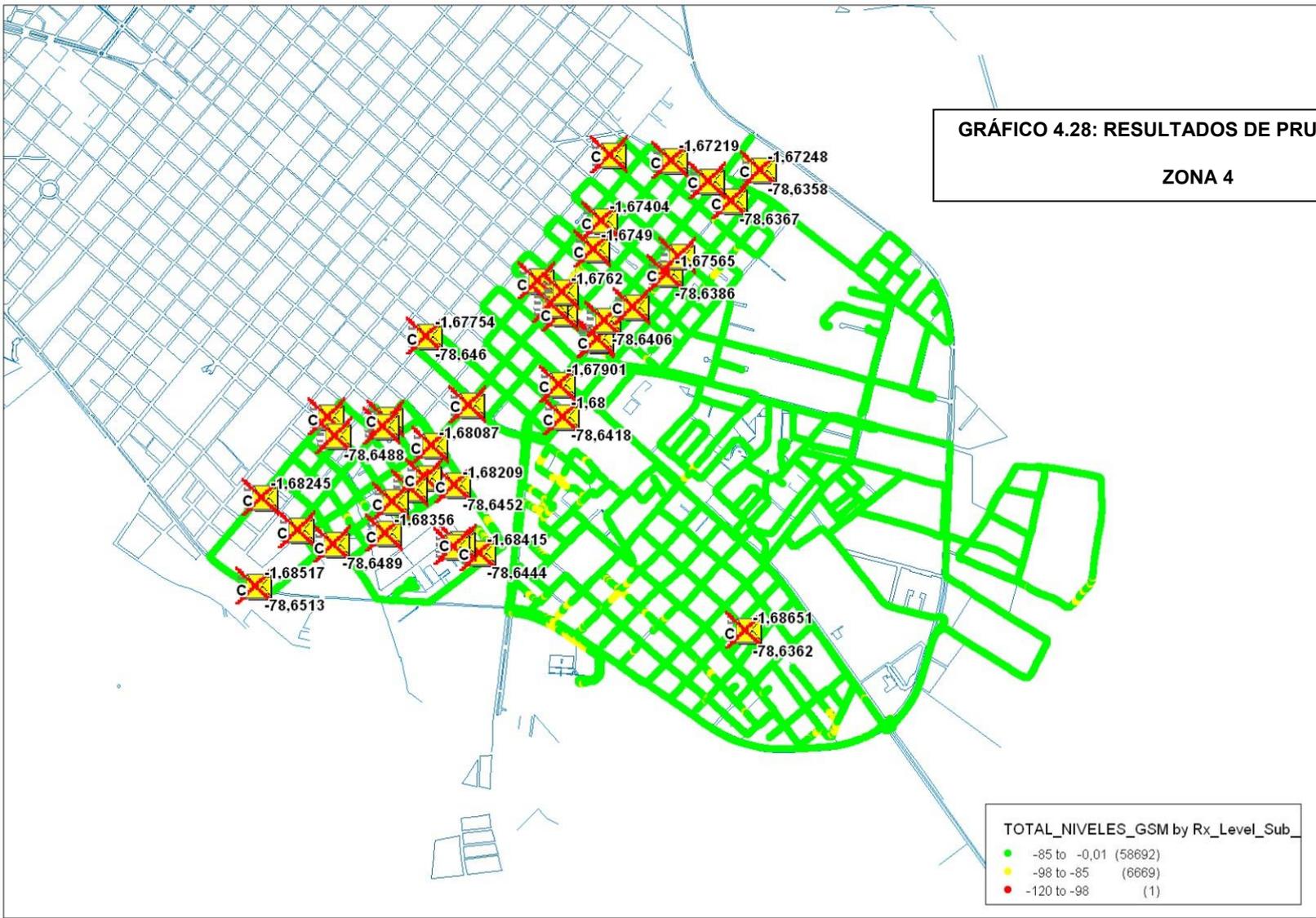
TASA DE MENSAJES CORTOS RECIBIDOS POR EL DESTINATARIO FINALOPERADORA: OTECEL S.A.													
Ciudad	Zona	Fecha de medición	Tecnología A	Tecnología B	# de SMS's	A	B	C	D	Tasa de SMS's recibidos exitosamente	Tiempo Promedio	Porcentaje de mensajes que superan los 30 seg.	Observaciones
RIOBAMBA	1	13,14,15 diciembre 2010	GSM	GSM	240	233	2	0	5	97,08%	4,41	0,83%	
RIOBAMBA	2	16 diciembre 2010	GSM	GSM	184	123	0	60	1	66,85%	4,70	0,00%	
RIOBAMBA	3	15,16 diciembre 2010	GSM	GSM	146	141	1	0	4	96,58%	4,88	0,68%	
RIOBAMBA	4	17 enero de 2011	GSM	GSM	150	111	0	39	0	74%	3,87	0,00%	
RIOBAMBA	5	18,19 de enero de 2011	GSM	GSM	169	142	0	27	0	84,02%	4,06	0,00%	
RIOBAMBA	6	21,24 de enero de 2011	GSM	GSM	132	132	0	0	0	100%	4,27	0,76%	
TOTAL RIOBAMBA					1021	882	3	126	10	86,42%	4,365	0,50%	

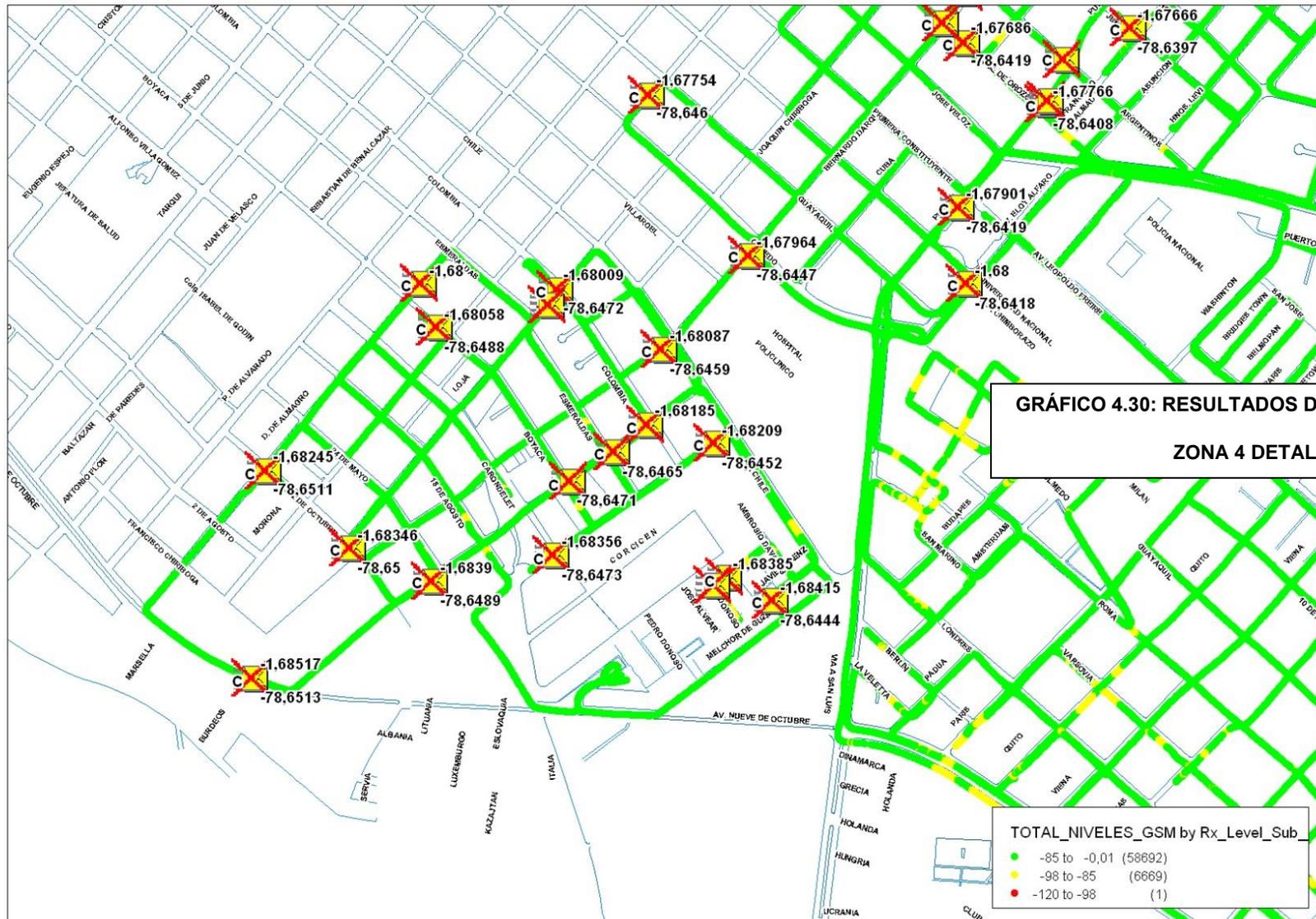
TABLA 4.7: TASA DE MENSAJES ENVIADOS Y RECIBIDOS CON ÉXITO DE LA OPERADORA OTECEL S.A.

GRÁFICO 4.24: RESULTADOS DE PRUEBAS SMS'S

ZONA 5









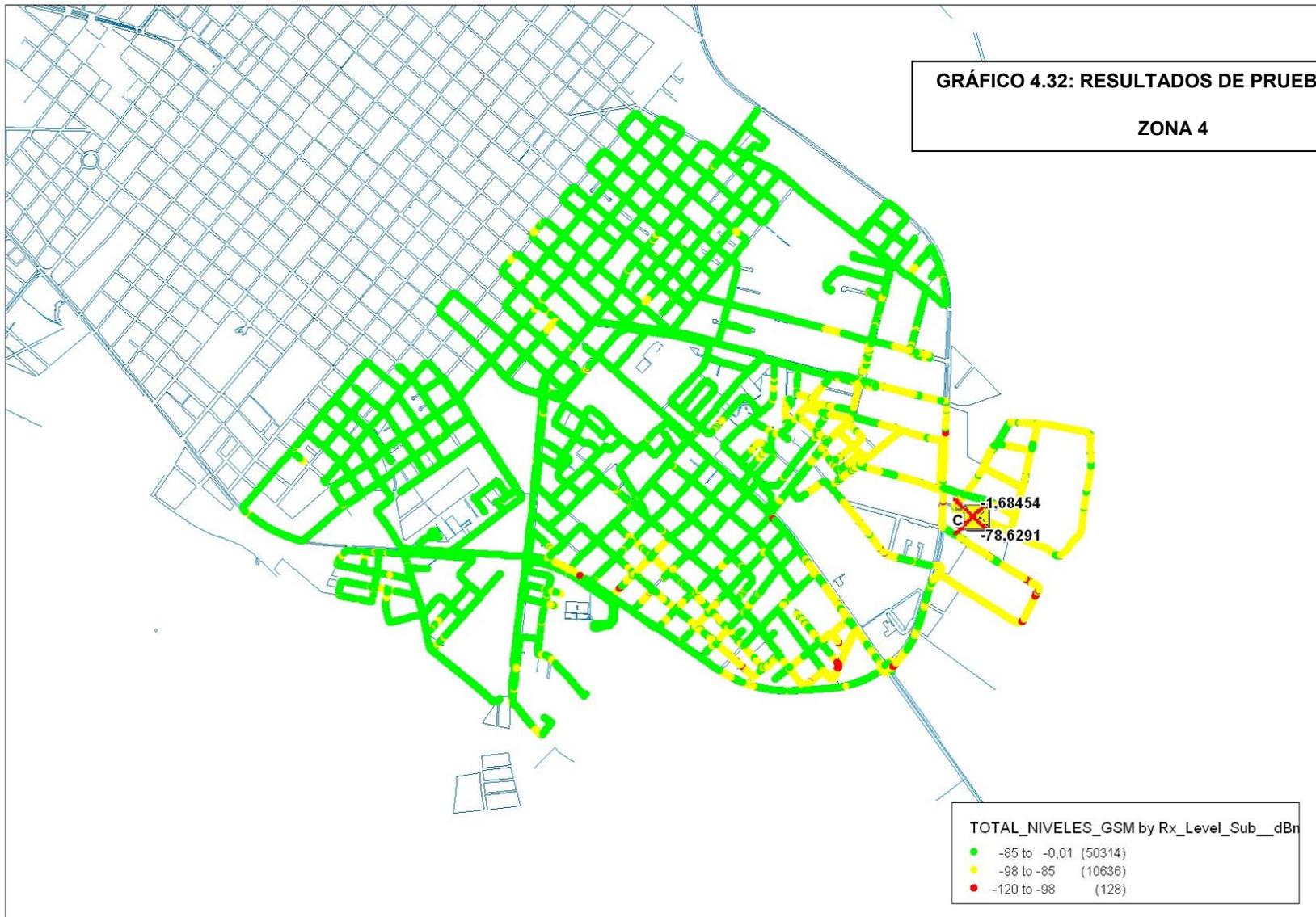
TASA DE MENSAJES CORTOS RECIBIDOS POR EL DESTINATARIO FINAL OPERADORA: CONECEL S.A.

Ciudad	Zona	Fecha de medición	Tecnología A	Tecnología B	# de SMS's	A	B	C	D	Tasa de SMS's recibidos exitosamente	Tiempo Promedio	Porcentaje de mensajes que superan los 30 seg.	Observaciones
RIOBAMBA	1	13,14,15 diciembre 2010	UMTS	UMTS	225	225	0	0	0	100%	3.50	0.00%	
RIOBAMBA	2	16 diciembre 2010	UMTS	UMTS	153	153	0	0	0	100%	4.20	0,00%	
RIOBAMBA	3	15,16 diciembre 2010	UMTS	UMTS	150	150	1	0	0	99,33%	4.36	0.00%	
RIOBAMBA	4	17 enero de 2011	UMTS	UMTS	149	148	0	1	0	99,33%	3,57	0.00%	
RIOBAMBA	5	18,19 de enero de 2011	UMTS	UMTS	164	159	5	0	0	96,95%	4,78	3.05%	
RIOBAMBA	6	21,24 de enero de 2011	UMTS	UMTS	129	129	0	0	0	100,00%	3,52	0.00%	
TOTAL RIOBAMBA					970	964	6	1	0	99,26%	3,98	0,50%	

TABLA 4.8: TASA DE MENSAJES ENVIADOS Y RECIBIDOS CON ÉXITO DE LA OPERADORA CONECEL S.A.

GRÁFICO 4.32: RESULTADOS DE PRUEBAS SMS'S

ZONA 4



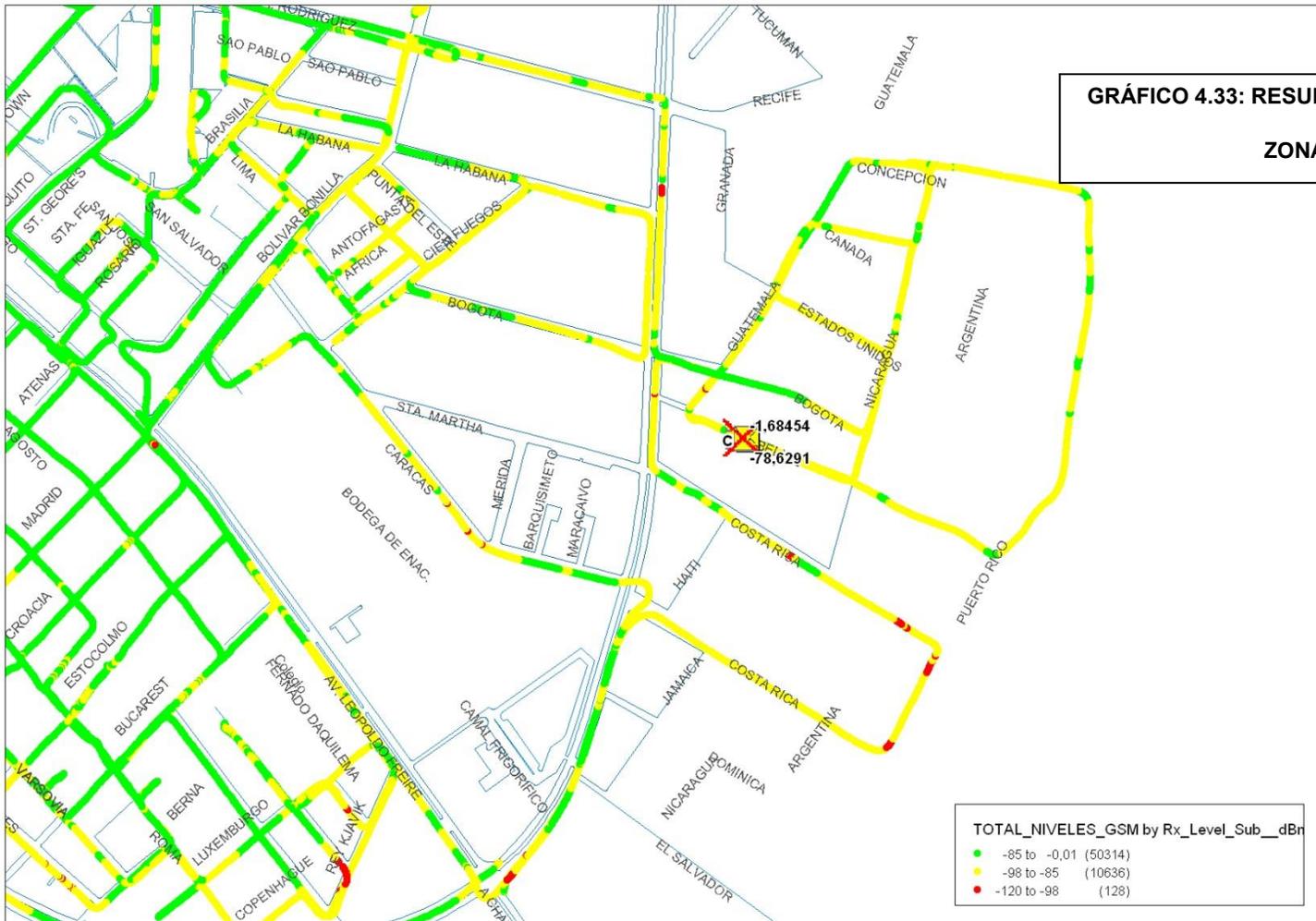


GRÁFICO 4.34: RESULTADOS DE PRUEBAS SMS'S

ZONA 5

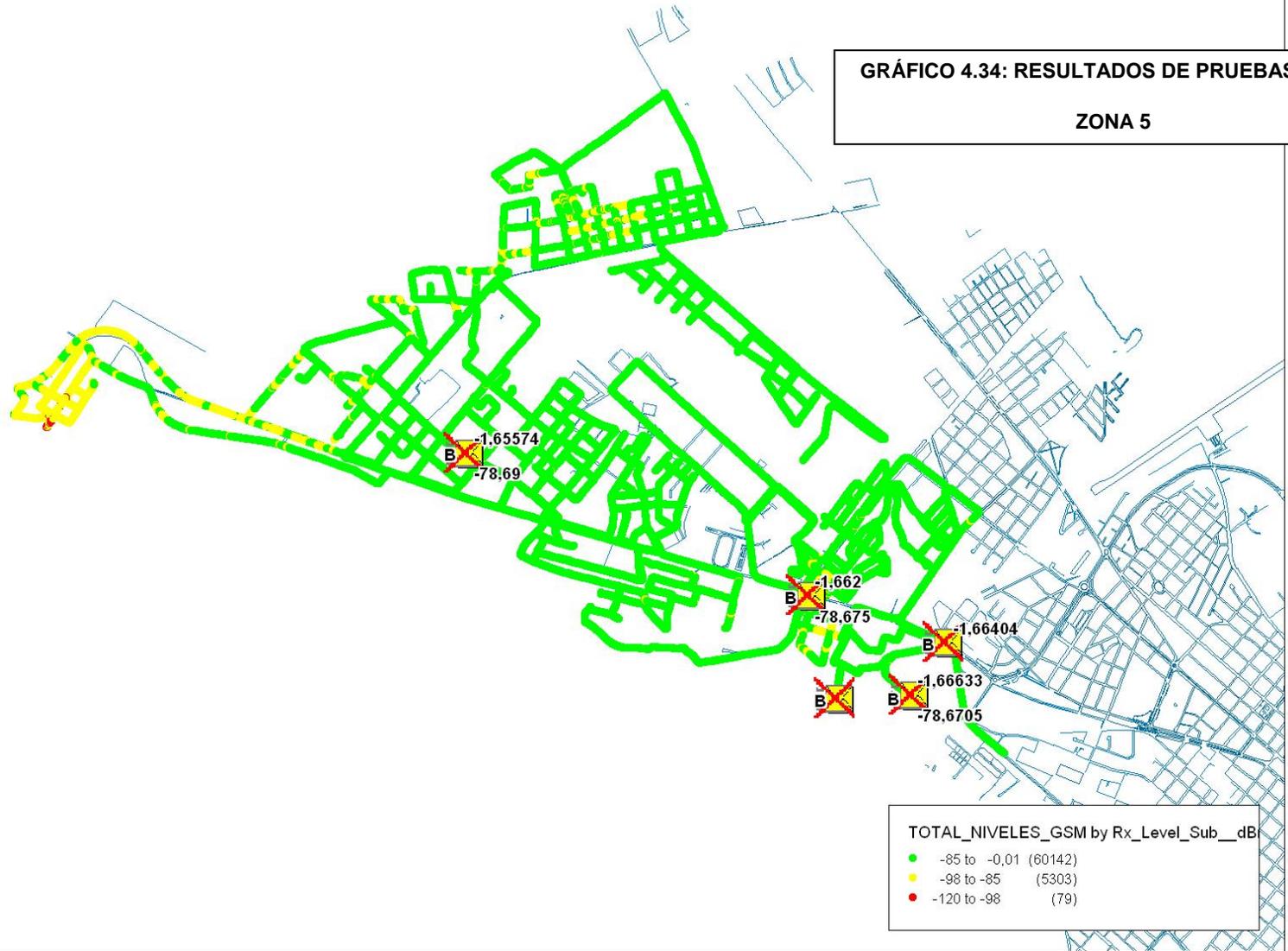
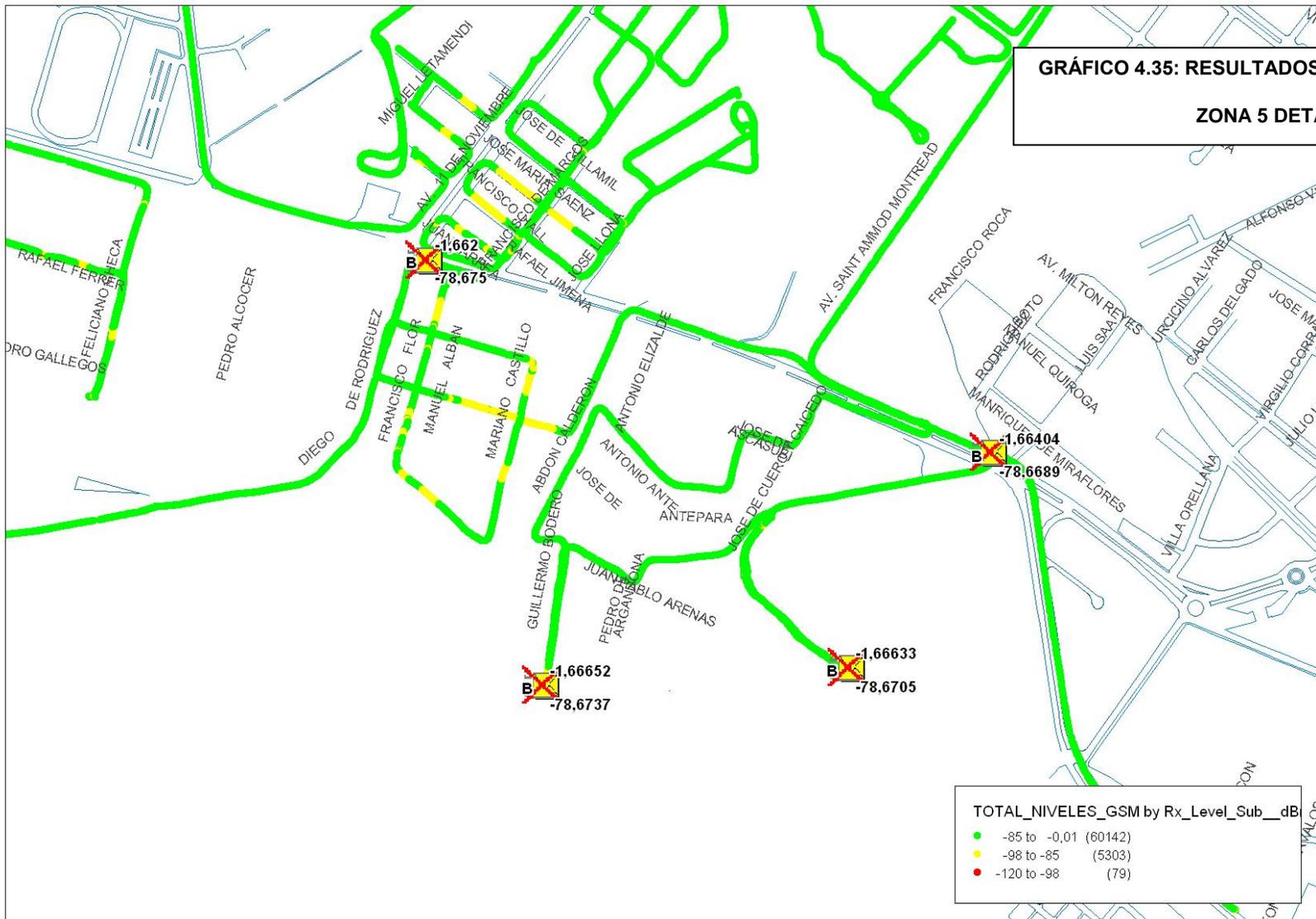
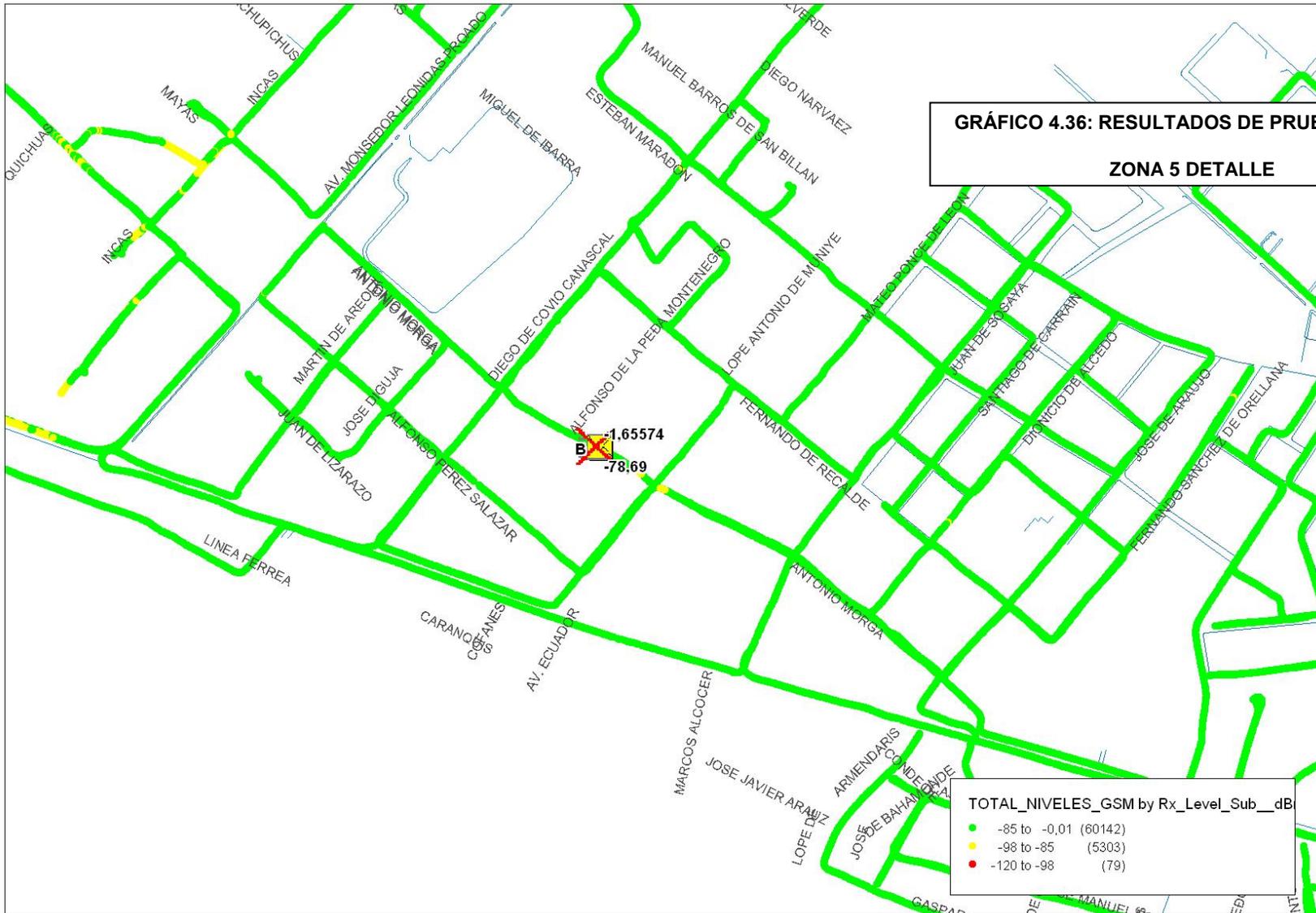
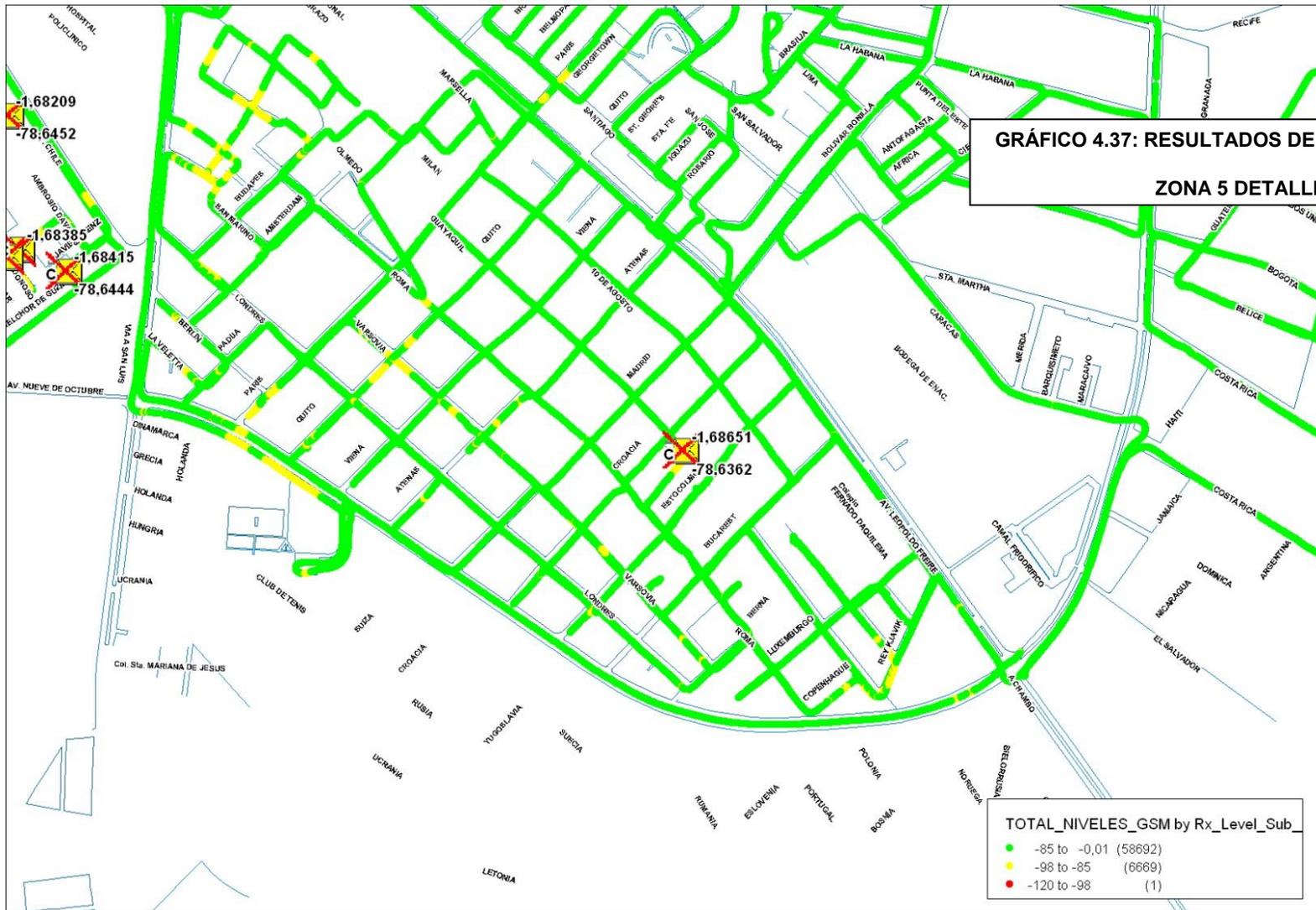


GRÁFICO 4.35: RESULTADOS DE PRUEBAS SMS'S
ZONA 5 DETALLE





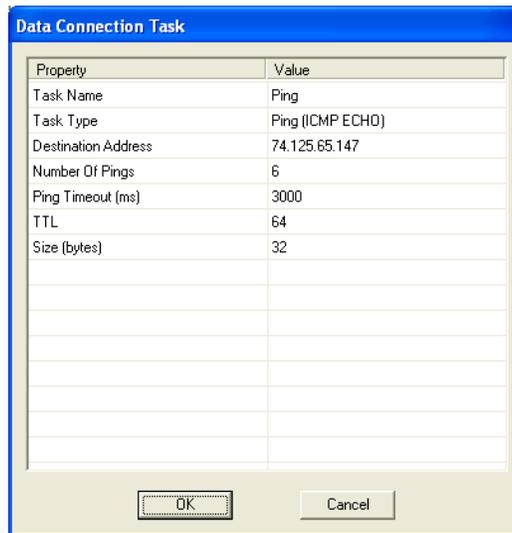


PRUEBAS DE DATOS:

Se realizaron recorridos en la ciudad de Riobamba en las seis zonas, ejecutándose pruebas de descarga de datos.

Los datos de configuración del equipo son:

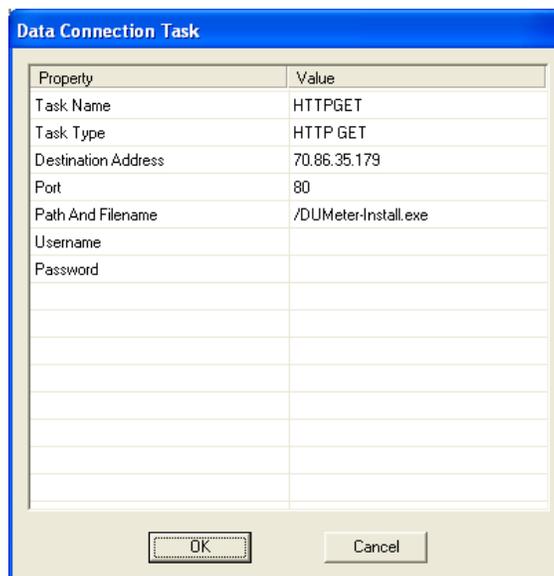
Tarea ping:



The screenshot shows a dialog box titled "Data Connection Task" with a table of properties and values. The properties include Task Name, Task Type, Destination Address, Number Of Pings, Ping Timeout (ms), TTL, and Size (bytes). The values are: Ping, Ping (ICMP ECHO), 74.125.65.147, 6, 3000, 64, and 32 respectively. There are OK and Cancel buttons at the bottom.

Property	Value
Task Name	Ping
Task Type	Ping (ICMP ECHO)
Destination Address	74.125.65.147
Number Of Pings	6
Ping Timeout (ms)	3000
TTL	64
Size (bytes)	32

Tarea HTTP GET



The screenshot shows a dialog box titled "Data Connection Task" with a table of properties and values. The properties include Task Name, Task Type, Destination Address, Port, Path And Filename, Username, and Password. The values are: HTTPGET, HTTP GET, 70.86.35.179, 80, /DUMeter-Install.exe, and empty fields for Username and Password. There are OK and Cancel buttons at the bottom.

Property	Value
Task Name	HTTPGET
Task Type	HTTP GET
Destination Address	70.86.35.179
Port	80
Path And Filename	/DUMeter-Install.exe
Username	
Password	

No se realizó pruebas de “upload” de archivos por cuanto no se dispone de un servidor para subir archivos.

Se realizaron recorridos en la ciudad de Riobamba, tomando en consideración la delimitación urbana establecida por el INEC. Se realizó la programación de los equipos de acuerdo a lo especificado en el proyecto de procedimiento para la medición de transmisión y recepción de datos en redes móviles.

La Dirección de descarga fue:

IP: 70.86.35.179 (<http://dl.hageltech.com>)

Path: /DUMeter-Install.exe.

Variables que se consideraron durante la medición:

p: Posición del terminal
(Posición vertical, sitio a nivel medio de la ventana del vehículo)

v: velocidad del terminal (vehículo)

ZONA 1

PRUEBA: DESCARGA DE ARCHIVOS

TECNOLOGÍA/ TAMAÑO DE ARCHIVO	Promedio de Tiempo de descarga (seg)	Promedio de Throughput de descarga (KB/s)	Cuenta de Datos Transferidos (KB)
WCDMA/UMTS	380,5900167	5,600125154	3
2059,889648	380,5900167	5,600125154	3
HSDPA	285,1300182	5,122196198	2
376,140625	61,57000351	6,179409027	1
2059,889648	508,690033	4,064983368	1
HSDPA	88,01364591	26,13447467	162

2059,889648	88,01364591	26,13447467	162
WCDMA/UMTS	415,8400269	3,596268654	1
1479,109375	415,8400269	3,596268654	1
Total general	97,53619495	25,3834877	168

PRUEBA: LOGIN TIME (TIEMPO DE ACCESO)

TECNOLOGÍA	Promedio de Tiempo de acceso (Login Time) (seg)	Cuenta de Tiempo de acceso (Login Time) (seg)
WCDMA/UMTS	7,300000191	1
HSDPA	77,97000122	1
HSDPA	18,05384724	13
NotConnected	36,94795053	39
WCDMA/UMTS	25,98391425	46
Total general	29,56200142	100

PRUEBA: LATENCIA (RETARDO)

TECNOLOGÍA	Promedio de Latencia (ms)	Suma de Num of Pings Sent	Suma de Num of Pings Lost
WCDMA/UMTS	1431,596936	30	7
HSDPA	349,5575256	6	1
HSDPA	549,3422588	1285	8
WCDMA/UMTS	423,3808594	30	0
Total general	565,331909	1351	16

ZONA 2

PRUEBA: DESCARGA DE ARCHIVOS

TECNOLOGÍA/ TAMAÑO DE ARCHIVO	Promedio de Tiempo de descarga (seg)	Promedio de Throughput de descarga (KB/s)	Cuenta de Datos Transferidos (KB)
WCDMA/UMTS	479,8250209	3,710503732	36
32,5234375	43,29000092	0,796752512	1
106,0546875	89,1700058	1,224932909	1
131,5078125	61,65000153	2,209472656	1
434,1171875	209,6900024	2,09414959	1
518,9609375	132,8000031	3,970323086	1
1428,203125	386,6200256	3,721120119	1
1648,796875	569,4100342	2,91905117	1
1752,023438	442,8300171	3,976449013	1
2059,889648	547,7943093	4,023781547	28
Total general	479,8250209	3,710503732	36

PRUEBA: LOGIN TIME (TIEMPO DE ACCESO)

Etiquetas de fila	Promedio de Tiempo de acceso (Login Time) (seg)	Cuenta de Tiempo de acceso (Login Time) (seg)2
WCDMA/UMTS	21,58923189	13
HSDPA	47,79000235	2
NotConnected	65,23250437	4
Total general	33,53526509	19

PRUEBA: LATENCIA (RETARDO)

Etiquetas de fila	Promedio de Latencia (ms)	Cuenta de Num of Pings Sent	Cuenta de Num of Pings Lost
WCDMA/UMTS	1220,448798	47	47
HSDPA	2683,373779	3	3
Total general	1308,224297	50	50

ZONA 3

PRUEBA: DESCARGA DE ARCHIVOS

TECNOLOGÍA/ TAMAÑO DE ARCHIVO	Promedio de Tiempo de descarga (seg)	Promedio de Throughput de descarga (KB/s)	Cuenta de Datos Transferidos (KB)
WCDMA/UMTS	481,6063421	3,898252312	19
213,5234375	94,53000641	2,312110901	1
749,453125	233,3100128	3,238637686	1
1645,96875	473,730011	3,492030859	1
2006,554688	537,3900146	3,748257399	1
2059,889648	520,770697	4,085050472	15
HSDPA	445,7187743	3,646909148	8
148,4765625	55,74000168	2,775262833	1
750,8671875	265,710022	2,849266529	1
2059,889648	540,7166951	3,92512397	6
HSDPA	63,51130693	34,51110035	23
2059,889648	63,51130693	34,51110035	23
Total general	283,5406151	17,9399475	50

PRUEBA: LOGIN TIME (TIEMPO DE ACCESO)

TECNOLOGÍA	Promedio de Tiempo de acceso (Login Time) (seg)	Cuenta de Tiempo de acceso (Login Time) (seg)2
WCDMA/UMTS	10,25583359	12
HSDPA	7,700000286	1
SIN CONEXION	39,8140007	5
WCDMA/UMTS	15,2300005	1
Total general	18,16157933	19

PRUEBA: LATENCIA (RETARDO)

TECNOLOGÍA	Promedio de Latencia (ms)	Suma de Num of Pings Sent	Suma de Num of Pings Lost
WCDMA/UMTS	1239,402494	168	41
HSDPA	1017,608223	48	10
HSDPA	318,0352087	149	0
Total general	832,7051777	365	51

ZONA 4

PRUEBA: DESCARGA DE ARCHIVOS

TECNOLOGÍA/ TAMAÑO DE ARCHIVO	Promedio de Tiempo de descarga (seg)	Promedio de Throughput de descarga (KB/s)	Cuenta de Datos Transferidos (KB)
WCDMA/UMTS	380,5900167	5,600125154	3
2059,889648	380,5900167	5,600125154	3
HSDPA	88,01364591	26,13447467	162

2059,889648	88,01364591	26,13447467	162
-------------	-------------	-------------	-----

Total general	234,301831	15,8672999	165
----------------------	-------------------	-------------------	------------

PRUEBA: LOGIN TIME (TIEMPO DE ACCESO)

TECNOLOGÍA	Promedio de Tiempo de acceso (Login Time) (seg)	Cuenta de Tiempo de acceso (Login Time) (seg)
HSDPA	18,05384724	13
NotConnected	36,94795053	39
WCDMA/UMTS	25,98391425	46
Total general	26,9952373	98

PRUEBA: LATENCIA (RETARDO)

TECNOLOGÍA	Promedio de Latencia (ms)	Suma de Num of Pings Sent	Suma de Num of Pings Lost
HSDPA	549,3422588	1285	8
WCDMA/UMTS	423,3808594	30	0
Total general	486,361559	1315	8

ZONA 5

PRUEBA: DESCARGA DE ARCHIVOS

TECNOLOGÍA/ TAMAÑO DE ARCHIVO	Promedio de Tiempo de descarga (seg)	Promedio de Throughput de descarga (KB/s)	Cuenta de Datos Transferidos (KB)
WCDMA/UMTS	481,6063421	3,898252312	19
213,5234375	94,53000641	2,312110901	1
749,453125	233,3100128	3,238637686	1

1645,96875	473,730011	3,492030859	1
2006,554688	537,3900146	3,748257399	1
2059,889648	520,770697	4,085050472	15
HSDPA	445,7187743	3,646909148	8
148,4765625	55,74000168	2,775262833	1
750,8671875	265,710022	2,849266529	1
2059,889648	540,7166951	3,92512397	6
HSDPA	63,51130693	34,51110035	23
2059,889648	63,51130693	34,51110035	23
Total general	283,5406151	17,9399475	50

PRUEBA: LOGIN TIME (TIEMPO DE ACCESO)

TECNOLOGÍA	Promedio de Tiempo de acceso (Login Time) (seg)	Cuenta de Tiempo de acceso (Login Time) (seg)2
WCDMA/UMTS	10,25583359	12
HSDPA	7,700000286	1
SIN CONEXION	39,8140007	5
WCDMA/UMTS	15,2300005	1
Total general	18,16157933	19

PRUEBA: LATENCIA (RETARDO)

TECNOLOGÍA	Promedio de Latencia (ms)	Suma de Num of Pings Sent	Suma de Num of Pings Lost
WCDMA/UMTS	1239,402494	168	41
HSDPA	1017,608223	48	10

HSDPA	318,0352087	149	0
Total general	832,7051777	365	51

ZONA 6

PRUEBA: DESCARGA DE ARCHIVOS

TECNOLOGÍA/ TAMAÑO DE ARCHIVO	Promedio de Tiempo de descarga (seg)	Promedio de Throughput de descarga (KB/s)	Cuenta de Datos Transferidos (KB)
WCDMA/UMTS			
32,5234375	43,29000092	0,796752512	1
106,0546875	89,1700058	1,224932909	1
131,5078125	61,65000153	2,209472656	1
1648,796875	569,4100342	2,91905117	1
1752,023438	442,8300171	3,976449013	1
2059,889648	547,7943093	4,023781547	28
Total general	292,357395	2,5250733	33

PRUEBA: LOGIN TIME (TIEMPO DE ACCESO)

Etiquetas de fila	Promedio de Tiempo de acceso (Login Time) (seg)	Cuenta de Tiempo de acceso (Login Time) (seg)2
WCDMA/UMTS	21,58923189	13
HSDPA	47,79000235	2
NotConnected	65,23250437	4
Total general	33,53526509	19

PRUEBA: LATENCIA (RETARDO)

Etiquetas de fila	Promedio de Latencia (ms)	Cuenta de Num of Pings Sent	Cuenta de Num of Pings Lost
WCDMA/UMTS	1220,448798	47	47
HSDPA	2683,373779	3	3
Total general	1308,224297	50	50

MAPAS DE DATOS (TECNOLOGÍAS)

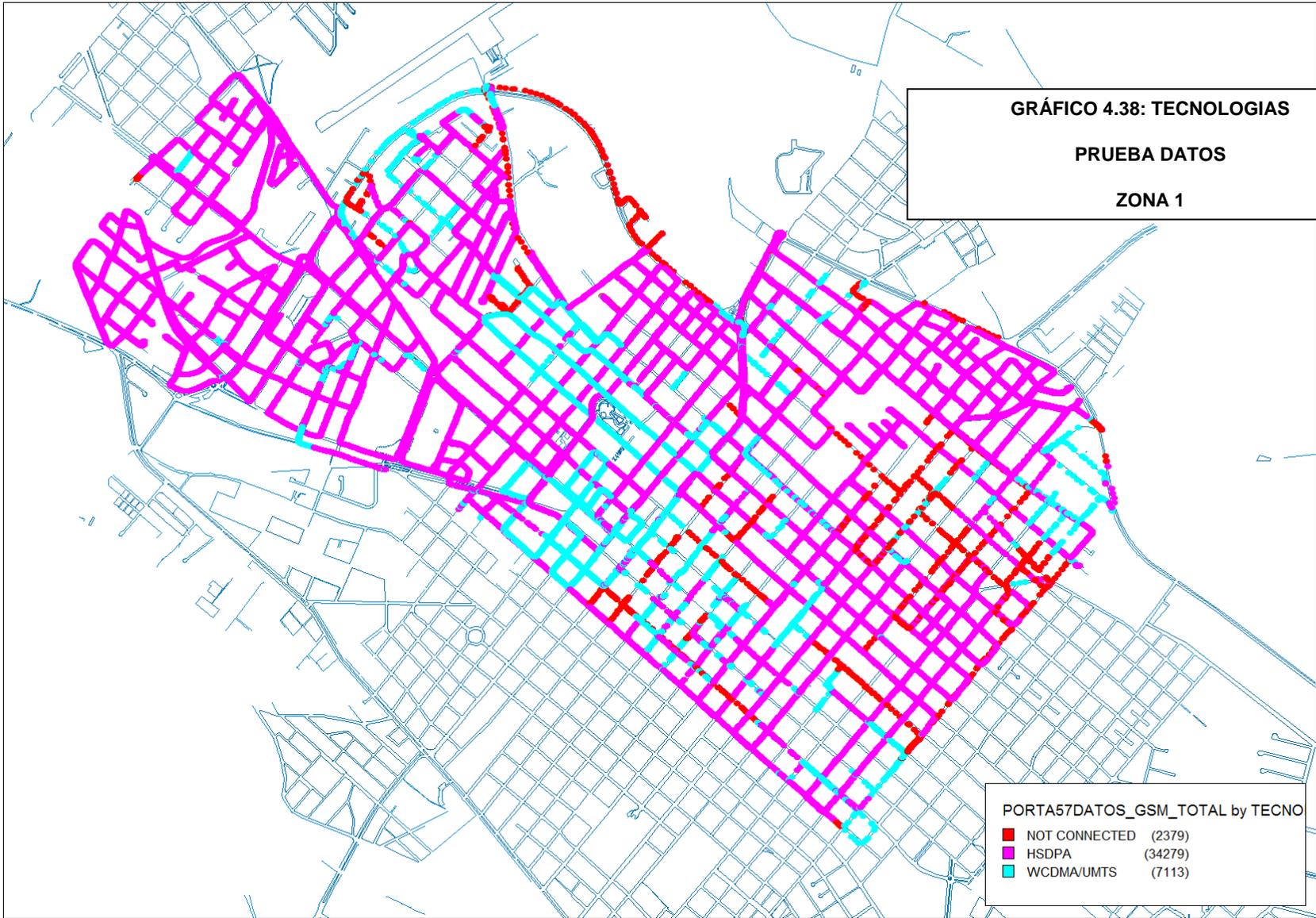


GRÁFICO 4.38: TECNOLOGIAS
PRUEBA DATOS
ZONA 1

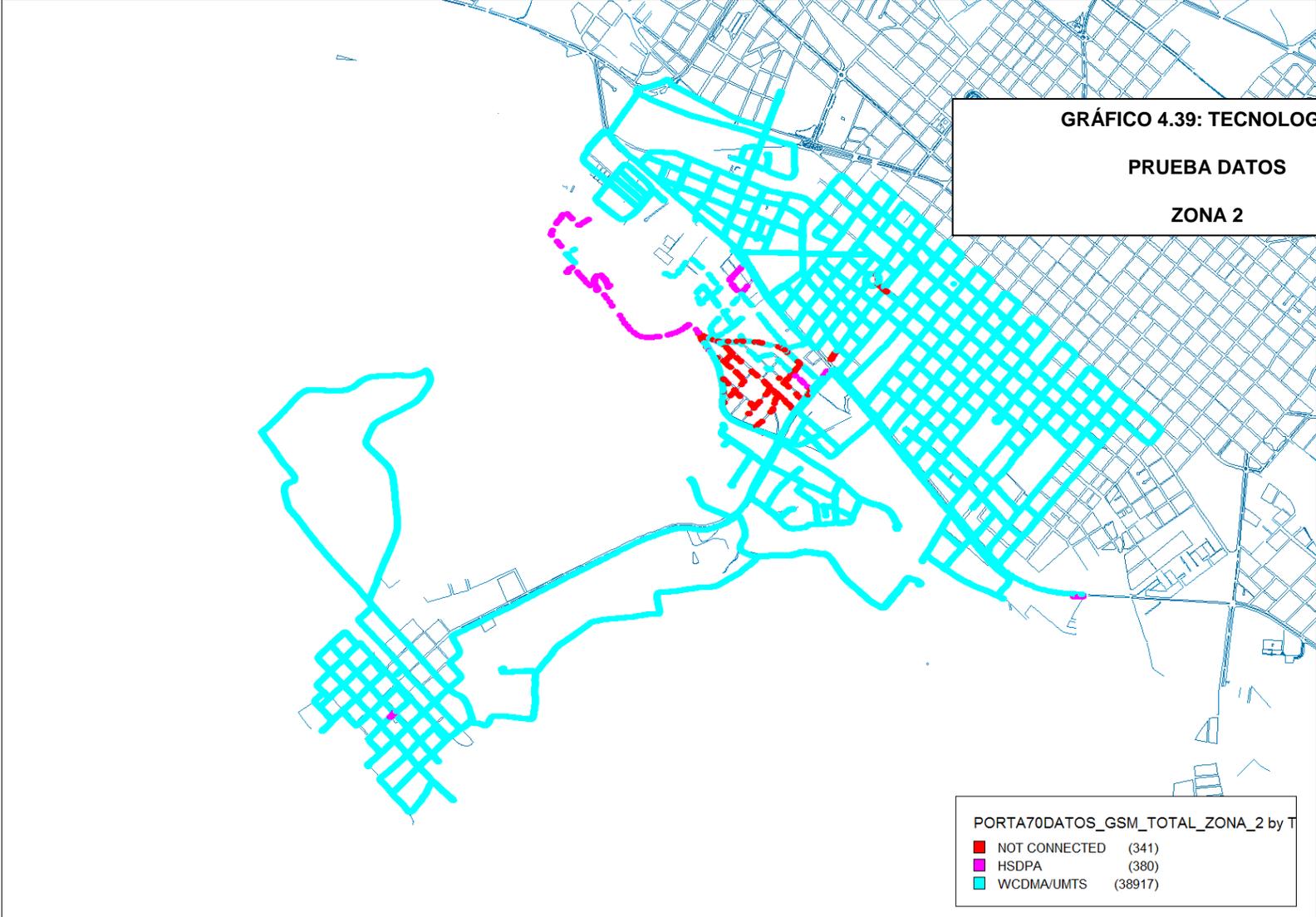
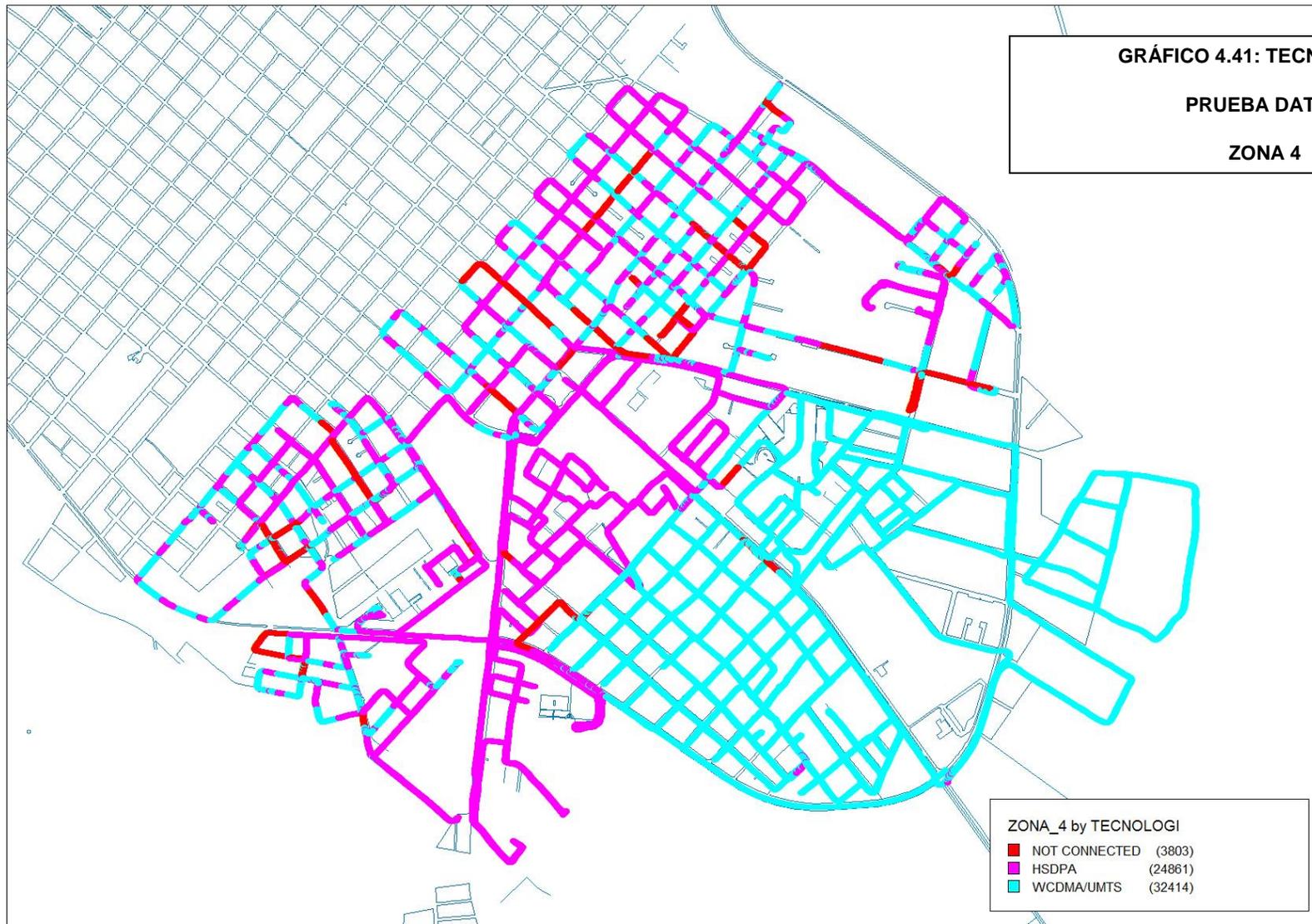


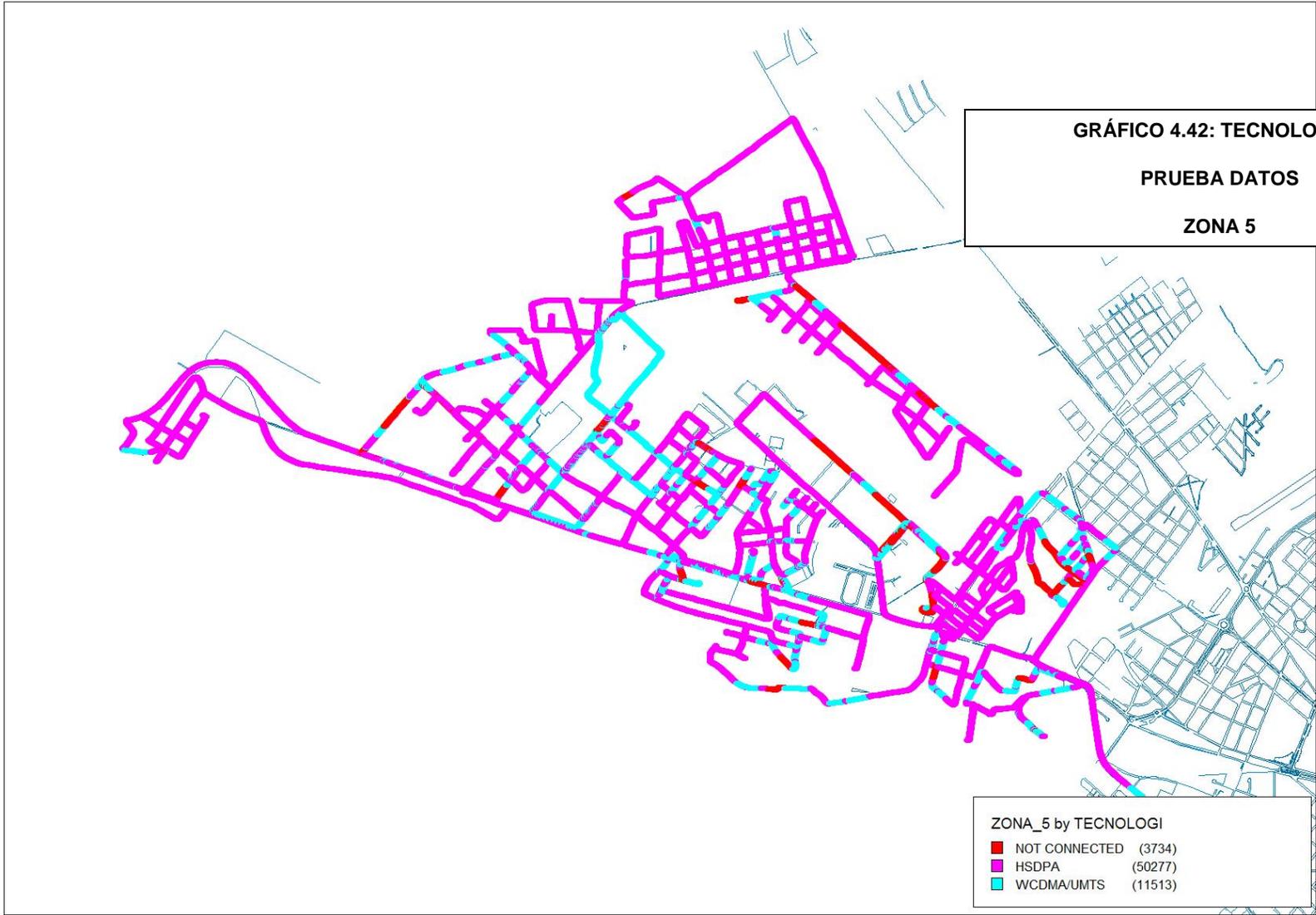
GRÁFICO 4.40: TECNOLOGIAS

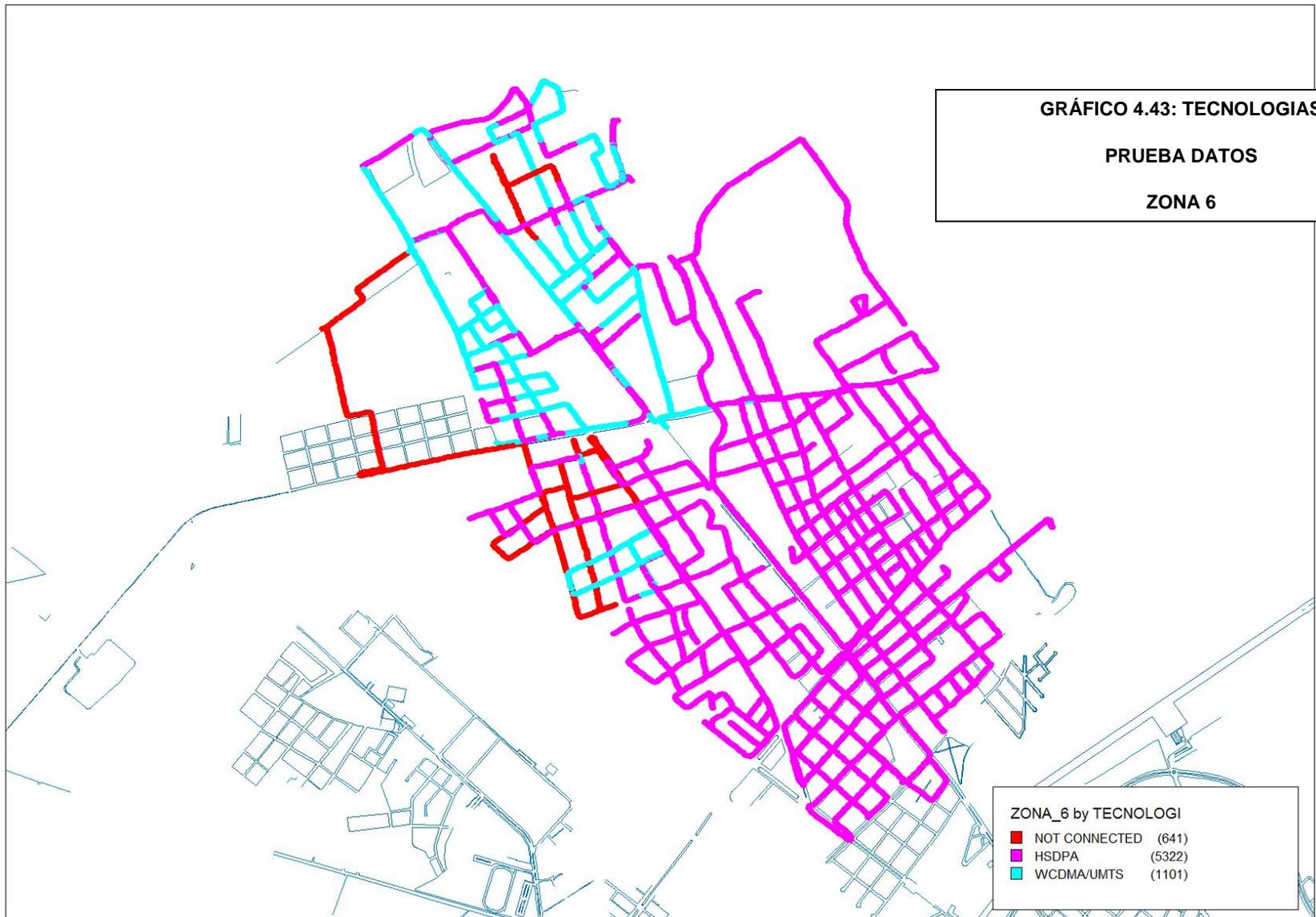
PRUEBA DATOS

ZONA 3









ANÁLISIS DE RESULTADOS

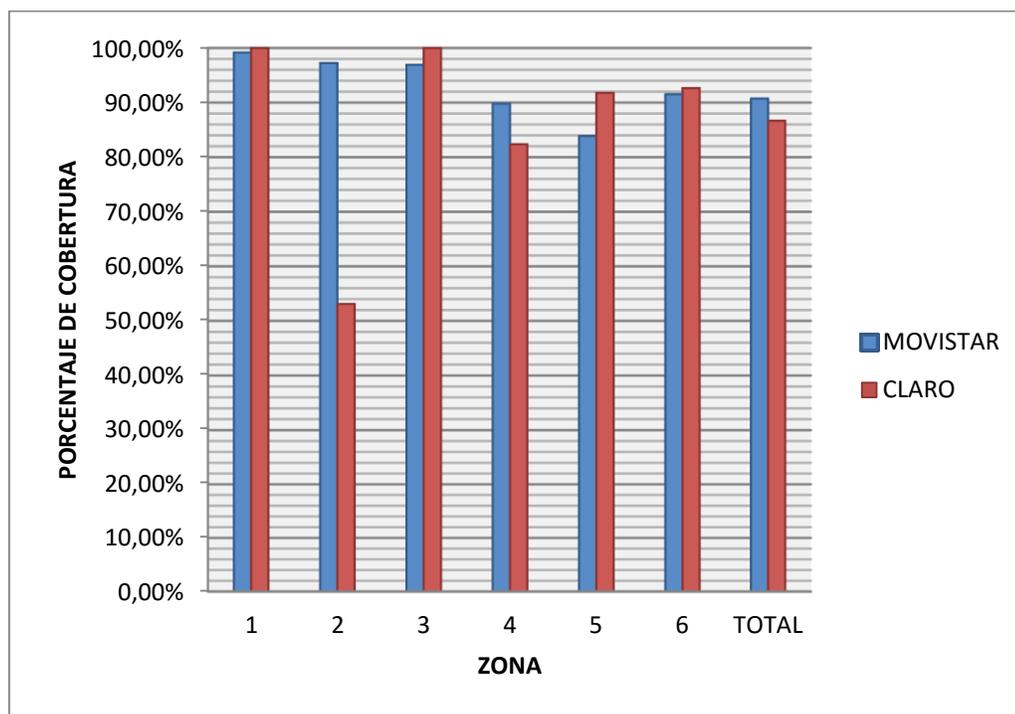
ZONA	% COBERTURA VALOR OBJETIVO: 95%		% LLAMADAS ESTABLECIDAS VALOR OBJETIVO: 95%		% LLAMADAS ESTABLECIDAS EN UN TIEMPO MENOR A 12s Valor objetivo: 95%		PORCENTAJE DE LLAMADAS CAIDAS Valor máximo objetivo: 2%		TASA DE SMS RECIBIDOS EXITOSAMENTE Valor objetivo: 95%		% DE SMS QUE SUPERAN LOS 30s	
	MOVISTAR ALEGRO	CLARO	MOVISTAR ALEGRO	CLARO	MOVISTAR ALEGRO	CLARO	MOVISTAR ALEGRO	CLARO	MOVISTAR ALEGRO	CLARO	MOVISTAR ALEGRO	CLARO
1	99.17%	100%	99.73%	98,76%	98.94%	99,58%	0%	0,00%	97.087%	100%	0.83%	0.00%
2	97.23%	53.11%	100%	98,80%	98.95%	98,39%	0%	0,00%	66.85% ⁰	100%	0%	0,00%
3	96.92%	100%	100%	99,10%	98.70%	99,09%	0%	0,00%	96.58%	99.33%	0.68%	0.00%
4	89.79%	82.37%	99.15%	100,00%	99.15%	99,13%	0%	0,00%	74%	99,33%	0%	0.00%
5	83.88%	91.78%	99.22%	99,23%	94.92%	97,29%	0%	0,38%	84.02%	96,95%	0%	3.05%
6	91.52%	92.65%	98.87%	100,00%	96%	98,45%	0%	0,52%	100%	100,00%	0.76%	0.00%
TOTAL	90.74%	86.67%	99.08%	99,74%	97.78%	98,67%	0%	0.30%	86.42%	99%	0.50%	0.51%

TABLA 4.9: Tabla resumen de las pruebas de parámetros de calidad de voz.

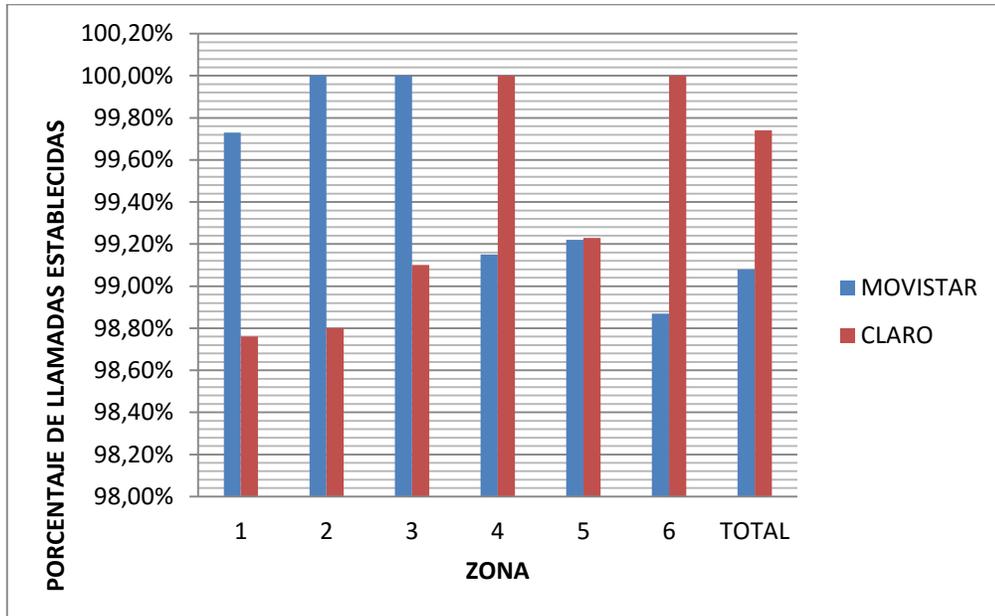
ZONA	PROMEDIO THROUGHPUT DESCARGA (KB/s)	LOGIN TIME (s)	LATENCIA (ms)
1	25.38	29.56	565.33
2	3.71	33.53	1308.22
3	17.93	18.16	832.70
4	15.86	26.99	486.36
5	17.93	18.16	832.70
6	2.52	33.53	1308.22
TOTAL	20,2716667	457,788333	888,921667

TABLA 4.10: Tabla resumen de las pruebas de parámetros de calidad de datos.

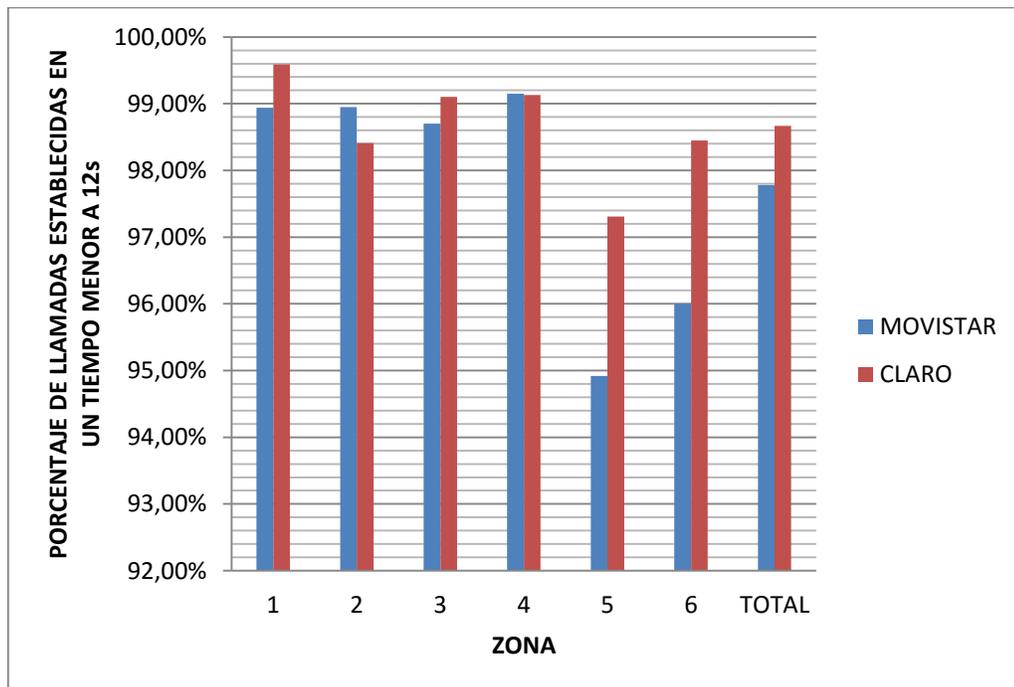
CUADROS COMPARATIVOS ENTRE OPERADORAS
PARÁMETRO: PORCENTAJE DE COBERTURA



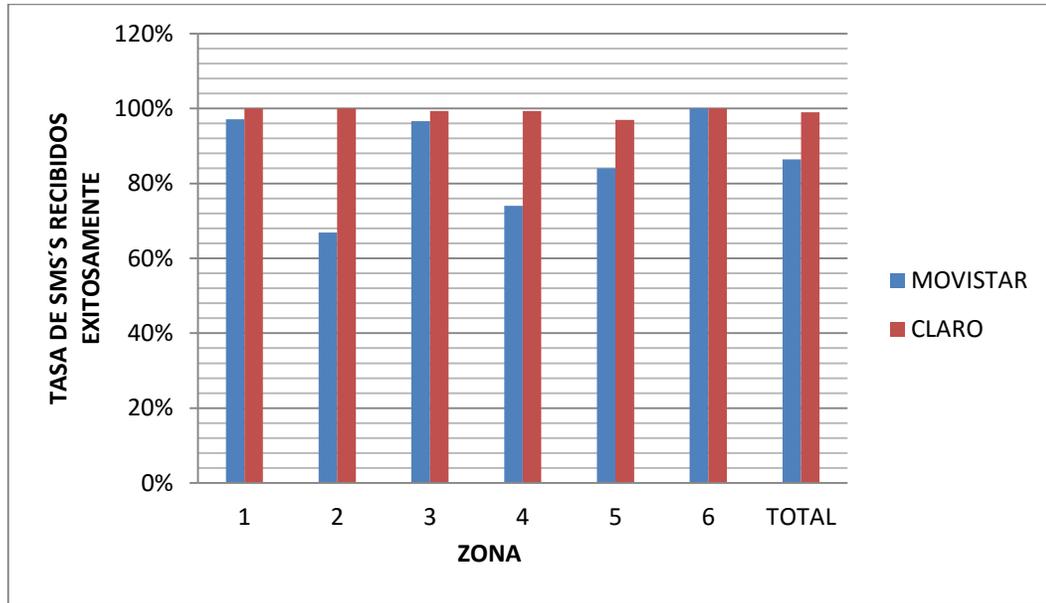
PARÁMETRO: PORCENTAJE DE LLAMADAS ESTABLECIDAS



PARÁMETRO: PORCENTAJE DE LLAMADAS ESTABLECIDAS EN UN TIEMPO MENOR A 12s



PARÁMETRO: TASA DE SMS'S RECIBIDOS EXITOSAMENTE



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- De la información recopilada, procesada y analizada sobre la verificación de los parámetros de calidad se pudo establecer que las operadoras de telefonía móvil que ofrecen su servicio en la ciudad de Riobamba (CLARO, MOVISTAR-ALEGRO) no cumplen con el parámetro mínimo de cobertura establecido en el contrato de concesión
- En el estudio realizado a la cobertura que brindan las operadoras de telefonía móvil a las diferentes zonas de la ciudad de Riobamba se determinó que en las zonas en las cuales existen un menor porcentaje de cobertura es la zona 2 por la operadora CONECEL y la zona 5 para la operadora OTECEL.
- En la ciudad de Riobamba y en base a las pruebas realizadas y analizadas, la única operadora que presta su servicio con tecnologías 3G es CLARO (CONECEL).
- La medición del parámetro de calidad de throughput de subida de datos no se realizaron porque la SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES no cuenta con un servidor para el almacenamiento de información de dicha prueba.
- En base a las pruebas realizadas los resultados son datos reales de los parámetros de calidad en espacios abiertos de la zona urbana de la ciudad de Riobamba.
- La operadora de telefonía móvil MOVISTAR ofrece el servicio de arrendamiento de BTS's (Radiobases) en todo el país a la operadora ALEGRO, por lo tanto los resultados obtenidos de MOVISTAR son los mismos que ALEGRO, de manera que se han unificado resultados a una sola operadora MOVISTAR.

5.2 RECOMENDACIONES

- Para el mejoramiento de la calidad de servicio brindado al usuario por parte de las operadoras de telefonía móvil (CLARO, MOVISTAR-ALEGRO) es recomendable realizar un nuevo estudio de mercado e Ingeniería de Tráfico.
- En base a las mediciones realizadas a las diferentes zonas de la ciudad de Riobamba se recomienda realizar un estudio de Splitting para las zonas en las cuales existe un mayor problema de cobertura ya que en la figura 2.11 del mapa de las diferentes radiobases existentes en la de la ciudad de Riobamba, no se observan BTS's en diferentes lugares de la ciudad y existe un crecimiento poblacional en estos sectores.
- Para la realización de las pruebas es recomendable que se solicite la presencia de técnicos de las operadoras para que los resultados sean verificados de manera unificada de tal manera establecer estrategias y se den las soluciones correspondientes para cada problema.
- Es recomendable que las operadoras móviles (CLARO, MOVISTAR-AALEGRO) conjuntamente con el organismo técnico de control SUPERTEL informen a la ciudadanía que las instalaciones de nuevas radiobases de telefonía móvil en la ciudad permiten el mejoramiento de la calidad del servicio y no afectan a la salud del ser humano.
- Es de gran importancia que las operadoras de telefonía móvil actualicen su tecnología acorde a las exigencias de los usuarios y para brindar un servicio de óptima calidad.
- La SUPERTEL debería incluir en su PLAN DE CONTROL las pruebas dentro de espacios cerrados para garantizar la calidad del servicio de cada operadora.

- Es de gran importancia solicitar a la operadora proporcione una dirección IP de un servidor dentro de su red con el fin de realizar pruebas contra este servidor (pings, descarga/subida de datos) y así poder determinar posibles problemas atribuibles únicamente a su red.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sitios Web:

<http://www.3gpp.org>

<http://www.umts-forum.org>

<http://www.wikipedia.org/wiki/NMT>

<http://www.monografias.com>

<http://www.apuntes.rincondelvago.com>

<http://www.conatel.gov.ec>

<http://www.claro.net>

<http://www.movistar.com.ec>

<http://www.alegro.com.ec>

<http://www.etsi.org>

<http://www.teleco.com>

<http://es.kioskea.net>

<http://www.protocols.com>

TEXTOS Y REVISTAS

- [1] Tabla resumen [HTTP://www.protocols.com/pbook/cellular](http://www.protocols.com/pbook/cellular)
- [2] JuhaKorhonen, "Introduction to 3G mobile communications", Artech House, 2001.
- [3] 3GPP TS 21.902, V6.0.0, Evolution of 3GPP System, 2004.
http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/21_series/21.902/
- [4] 3GPP TS 23.221 V6.3.0, Architectural requirements, 2005.
http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/23_series/23.221/
- [5] FUENTE: Tutorial HSDPA www.teleco.com
- [6] Poster, HSPA: High Speed Packet Access for WCDMA, Rohde&Schwarz.