



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**Mapa de potencias en vivo para la red CDMA450 de
ETAPA EP**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO ELECTRÓNICO

Autor:

DIEGO ARMANDO AVILA PAREDES

Director:

JUAN PATRICIO CÓRDOVA OCHOA

CUENCA, ECUADOR

2016

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por cada día de mi vida, por los que pasaron y por los que vendrán; quiero agradecer también a mis padres María y Vinicio por inculcarme en el trabajo y el camino del bien. También expreso mis sinceros agradecimientos a los Ingenieros: Juan Córdova Ochoa por su guía en las telecomunicaciones para el desarrollo de este trabajo, a Pablo Suarez Condo por su confianza y apoyo brindado sobre la red CDMA, y, a Fabricio Paredes Muñoz por su apoyo en la convergencia del código desarrollado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1 Compendio de las tecnologías a utilizar.....	3
1.1 Comunicaciones inalámbricas.....	3
1.1.1 Acceso múltiple por división de códigos CDMA.....	3
1.1.2 Tecnología CDMA2000.....	4
1.1.2.1 Ventajas CDMA2000.....	4
1.1.2.2 Servicios CDMA2000.....	5
1.1.2.3 Dispositivos CDMA2000.....	5
1.1.2.4 Espectro CDMA2000.....	5
1.1.2.5 CDMA2000 en el Mundo.....	6
1.1.2.6 CDMA2000 en el Ecuador.....	6
1.1.3 CDMA450.....	7
1.1.4 Red CDMA450 de Etapa EP.....	8
1.1.5 Terminal CDMA BVT-F5.....	10
1.2 Sistema de Posicionamiento Global GPS.....	11
1.2.1 Segmentos Espacial, Control y Usuario.....	11
1.2.2 Estándar NMEA 0183.....	13
1.3 Sistema de Información Geográfica GIS.....	13
1.3.1 Sistema de referencia de coordenadas CSR.....	14
1.4 Pruebas en las redes de Telecomunicaciones.....	16
1.5 Java.....	17
1.5.1 Geotools.....	18

1.6 MySQL.....	19
CAPÍTULO 2 Manual de desarrollo.....	20
2.1 Requerimientos.....	21
2.2 Preparación de entorno.....	21
2.2.1 Instalación JAVA.....	21
2.2.1.1 Java Home.....	23
2.2.2 Instalación MySQL.....	23
2.2.3 Instalacion Netbeans IDE.....	23
2.2.4 Controladores Terminal BVT-F5.....	23
2.2.5 Instalación de ETS.....	25
2.2.6 Configuración ETS.....	25
2.2.7 Configuración Multipath Analyzer.....	26
2.2.8 Funcionamiento ETS.....	26
2.3 Creación de la Base de Datos.....	27
2.4 Desarrollo de la Aplicación. Parte 1: Lectura de datos CDMA.....	28
2.4.1 Análisis archivo LOG.....	28
2.4.2 Análisis de la línea Rx / Tx Power.....	29
2.4.3 Análisis de la línea Finger Power.....	29
2.4.4 Filtrado de líneas Finger Power y Rx/Tx Power.....	30
2.5 Desarrollo de la Aplicación. Parte 2: Lectura de datos GPS.....	33
2.6 Desarrollo de la Aplicación. Parte 3: Creación del Mapa.....	35
2.6.1 Crear archivo CSV.....	36
2.6.2 Crear archivo Shape.....	37
2.6.3 Mostrar Mapa.....	37
2.6.4 Mapa en Vivo.....	39
2.7 Interfaz Gráfica.....	39
2.7.1 Interfaz de autenticación.....	40
2.7.2 Interfaz de aplicación.....	40
2.7.3 Interfaz de visualización.....	42

CAPÍTULO 3 Manual de usuario	43
3.1 Requerimientos previos.....	43
3.2 Funcionamiento de la aplicación.....	43
3.2.1 Mapa en vivo.....	45
3.2.1.1 Conexión del terminal CDMA.....	45
3.2.1.2 Preparación del terminal GPS.....	45
3.2.1.3 Inicio del Drive Test.....	46
3.2.1.4 Fin de Drive Test.....	46
3.2.2 Mapa histórico.....	46
3.3 Drive Test demo.....	46
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Espectro: Redes de ancho de banda-intensivo.....	5
Figura 1.2 Área de cobertura de ETAPA EP en comparación con el Ecuador.....	7
Figura 1.3 Mapa de la red CDMA450 de ETAPA EP.....	9
Figura 1.4 Segmento de Control.....	12
Figura 1.5 Capas del mapa GIS.....	13
Figura 1.6 Latitud y Longitud.....	14
Figura 1.7 Proyección Mercator: globo Terráqueo.....	15
Figura 2.1 Diagrama general de funcionamiento de la aplicación.....	20
Figura 2.2 Path de Java Home.....	22
Figura 2.3 Terminal CDMA BVT-F5.....	23
Figura 2.4 Dispositivos reconocidos por Windows.....	24
Figura 2.5 Configuración de puertos Comm en el ETS.....	25
Figura 2.6 Configuración de Log Options en el Multipath Analyzer.....	26
Figura 2.7 Funcionamiento de Finger Power y Rx/Tx Power.....	26
Figura 2.8 Archivos Log creados por ETS.....	27
Figura 2.9 Archivo Log creado por ETS.....	28
Figura 2.10 Diagrama General Lector Archivo.....	30
Figura 2.11 Diagrama de lectura de datos CDMA.....	32
Figura 2.12 Diagrama de Flujo de GPSReader.....	34
Figura 2.13 Diagrama de creación del Mapa de Potencia.....	35
Figura 2.14 Diagrama para Mapa de Potencia en modo histórico y en vivo.....	38
Figura 2.15 Interfaces gráficas de la aplicación.....	39
Figura 2.16 Ventana de autenticación de aplicación.....	40
Figura 2.17 Interfaz de control y mando de APP.....	41
Figura 3.1 APP Mapa de Potencias.....	44
Figura 3.2 Mapa de Potencias (-75, -90).....	48
Figura 3.3 Mapa de Potencias (-60, -75).....	49
Figura 3.4 Mapa de Potencias (-55, -68).....	50
Tabla 1.1 Lista de radio bases de la red CDMA de ETAPA EP.....	8
Tabla 1.2 Comparación de clientes en la red CDMA450 de ETAPA EP.....	10
Tabla 1.3 Proyecciones planas vs Conservación de mapa.....	15

Tabla 2.1 Tabla CDMA en MySQL.....	27
Tabla 2.2 Tabla GPS en MySQL.....	27
Tabla 2.3 Tabla para Usuarios en MySQL.....	27
Tabla 2.4 Línea Rx/Tx Power.....	28
Tabla 2.5 Línea Finger Power.....	29
Tabla 2.6 Datos CDMA.....	30
Tabla 2.7 Tabla CDMA producto de la lectura de datos CDMA.....	31
Tabla 2.8 Tabla GPS producto de GPSReader modificado.....	33
Tabla 2.9 Archivo CSV generado por la APP.....	36

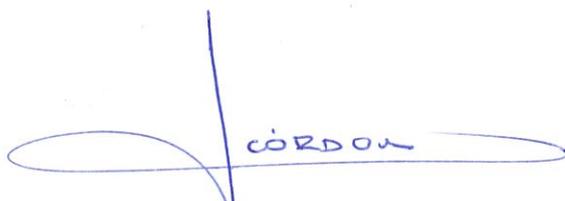
ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A. Clase LectorArchivo.java
- Anexo B. Clase GPSReader.java
- Anexo C. Clase GPSDataEventListener.java
- Anexo D. Clase GPSData.java
- Anexo E. Clase CSV2Shp.java
- Anexo F. Clase StyleLab.java
- Anexo G. ArchivoETS.log
- Anexo H. APP Mapa de Potencias

MAPA DE POTENCIAS EN VIVO PARA LA RED CDMA450 DE ETAPA EP**RESUMEN**

Investigación, análisis y, desarrollo de una herramienta en Java para visualizar y registrar en vivo la señal georeferenciada de la red inalámbrica CDMA450 de ETAPA-EP. Captura de información de señales emitidas por la red CDMA2000 por medio de un terminal inalámbrico marca BVT modelo F5; de igual manera, la captura y el procesamiento de información entregado por un terminal GPS con el API RXTX. Se utiliza MySQL para almacenar la información, para posteriormente crear un mapa de potencia en el sistema de referencia coordinado WGS-84 con las librerías de Geotools. Cada punto levantado en el mapa contiene la información de: latitud, longitud, potencia de recepción Rx, potencia de transmisión Tx, cuatro BTSs cercanas, velocidad, fecha, y hora.

Palabras Clave: Shapes, Java, RXTX, CDMA2000, Geotools, GPS, WGS-84



Juan Patricio Córdova Ochoa

Director del Trabajo de Titulación



Hugo Marcelo Torres Salamea

Director de Escuela



Diego Armando Avila Paredes

Autor

LIVE POWER MAP FOR ETAPA EP CDMA450 NETWORK

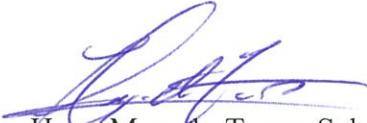
ABSTRACT

This study deals with the research, analysis and development of a tool in Java to visualize and record the live geo-referential signal of ETAPA-EP CDMA450 network; capture the wireless network information signals transmitted from the CDMA2000 network through a BVT brand model F5 wireless terminal. Similarly, the capture and processing of information delivered by a GPS terminal with RXTX API is performed. MySQL is used to store information in order to create later a map in which the power levels of each signal can be seen in the WGS-84 coordinate reference system with Geotools libraries. Each point raised in the map contains the latitude, longitude, Rx reception power, Tx transmission power, four nearby BTSs, speed, date and time

Keywords: Shapes, Java, RXTX, CDMA2000, Geotools, GPS, WGS-84



Juan Patricio Córdova Ochoa
Thesis Director



Hugo Marcelo Torres Salamea
School Director



Diego Armando Ávila Paredes
Author



UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Dpto. Idiomas



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Avila Paredes Diego Armando

Trabajo de Titulación

Ing. Juan Patricio Córdova Ochoa. PhD

Octubre, 2016.

MAPA DE POTENCIAS EN VIVO PARA LA RED CDMA450 DE ETAPA EP

INTRODUCCIÓN

En la Ciudad de Cuenca, la Empresa Pública de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ETAPA EP, brinda el servicio de telefonía fija inalámbrica CDMA450 a una frecuencia de 470MHz, esta red consta de dieciséis radio bases conectadas a más de catorce mil terminales dentro de todas las parroquias urbanas y rurales del cantón Cuenca. Para garantizar un buen servicio a todos los clientes, la potencia de recepción Rx en toda el área debe ser la óptima; existen puntos o zonas en donde la señal de cobertura es muy baja o, a su vez tiene incidencia de varias radio bases. Para poder conocer en donde se encuentran estos puntos conflictivos es necesario levantar físicamente un mapa de potencias, que nos indique las características geo referenciadas de la red celular. En la actualidad Etapa EP trabaja con mapas de potencias simulados, o con puntos como referencia para áreas considerables, por lo que no se tiene la información necesaria para mejorar eficientemente esta red celular.

En esta tesis se desarrolla una herramienta para crear Mapas de Potencia en tiempo real de la red CDMA de ETAPA EP, fue desarrollada en Java y permite converger las coordenadas de latitud y longitud con los parámetros de la red celular, la información se recolecta mediante un recorrido o drive test mostrando al mismo tiempo el nivel de potencia RX de la red CDMA sobre un Mapa. Toda la

información recolectada se guarda en una base de datos por lo que el usuario puede crear mapas posteriormente.

En la presente tesis se explican las diferentes tecnologías a utilizar en la aplicación a manera de introducción para luego explicar la aplicación por medio de un manual de desarrollo y un manual de usuario.

CAPÍTULO 1

COMPENDIO DE LAS TECNOLOGÍAS A UTILIZAR

1.1 Comunicaciones inalámbricas

¿Cómo realizar varias comunicaciones por un canal al mismo tiempo? Sin duda ha sido la pregunta que ha logrado desarrollar las tecnologías que actualmente tenemos en las telecomunicaciones. Al inicio de las telecomunicaciones, en la generación 0G¹, una persona conmutaba las llamadas físicamente y se podía tener una llamada por canal. Con el tiempo se desarrollaron técnicas que permitieron optimizar la utilización del espectro electromagnético, al lograr varias comunicaciones al mismo tiempo y por el mismo canal; el control de acceso al medio, evita interferencias durante comunicaciones simultáneas entre los terminales de una red inalámbrica, es tarea de cada terminal evitar este tipo de interferencias.

Existen varios esquemas con técnicas para el múltiple acceso en las redes inalámbricas como el acceso múltiple por división de códigos CDMA, por división de la frecuencia FDMA, división de tiempo TDMA, por división de espacio SDMA. Estas técnicas anteriores se lograron converger en la técnica OFDMA, misma que la utilizan tecnologías como LTE y WiMax de última generación a la fecha, y comprende en el acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales.

1.1.1 Acceso múltiple por división de códigos CDMA

Ésta técnica consiste en ocupar todo el ancho de banda disponible en un canal, las señales enviadas y recibidas de todos los usuarios ocupan todo el canal sin separación de tiempo, espacio, o frecuencia y para evitar las interferencias entre terminales CDMA encripta la señal de usuario por medio de un código, así envía la

¹ Se hace referencia a la tecnología Mobile Telephone System (MTS). (Víctor. 2011. pp. 19).

información de todos los usuarios formando tantos códigos como usuarios y cuando llega a un terminal únicamente extrae el mensaje que es para él y que únicamente ese terminal entiende, CDMA o Acceso Múltiple por División de Códigos, también conocido como la tecnología del espectro expandido o de banda ensanchada.

1.1.2 Tecnología CDMA2000

CDMA2000 es representante de una de las familias 3G de la IMT-2000, es la evolución mejorada de CDMAOne IS-95, fue reconocida como un estándar IS-2000 en noviembre de 1999, utiliza un ancho de banda de 1.25MHz por canal, los desarrolladores de CDMA2000 “han sido capaces de implementar nuevas tecnologías y servicios de valor añadido a través de su totalidad de red más rápido que sus competidores y con una menor inversión de capital. La tecnología se ha desplegado comercialmente desde el 2000, la industria CDMA2000 tiene un ecosistema maduro y grandes economías de alcance y escala. Hay más de un centenar de proveedores y miles de desarrolladores de aplicaciones de apoyo a las redes, infraestructura y terminales de CDMA2000”² (<http://www.cdg.Org/technology/cdma2000/advantages.asp>).

El estándar CDMA2000 en todo su espectro de frecuencias, tiene más de 1.500´000.000 usuarios alrededor del mundo, con su familia tecnológica:

CDMA2000 1X, 1X Advanced, 1xEV-DO Rel. 0, 1xEV-DO Rev. A, EV-DO Rev. B, DO Advanced, y SV-DO (<http://www.cdg.org/technology/cdma2000technologies.asp>).

1.1.2.1 Ventajas CDMA2000

CDMA2000 permite limitar el área de cobertura del usuario ya sea únicamente dentro de un edificio o en un área determinada, además cuenta con:

- Multiplexación por división de frecuencia ortogonal OFDM.
- Control y mecanismos de señalización.
- Técnicas en gestión de interferencia.

² Se ha traducido al español debidamente de la versión original.

- Eficiente uso del espectro.
- Arquitectura de red flexible.

(<http://www.cdg.org/technology/cdma2000/advantages.asp>).

1.1.2.2 Servicios CDMA2000

Entre los servicios está el sistema de comunicación personal o servicio móvil PCS y el sistema de bucle local inalámbrico o servicio fijo WLL (<http://www.cdg.org/technology/cdma2000.asp>).

1.1.2.3 Dispositivos CDMA2000

Dentro de esta familia se encuentra un listado de diez tipos de dispositivos entre ellos: teléfonos, smartphones, tabletas, portátiles, netbooks, módems de datos para PC, módems inalámbricos, módulos inalámbricos, terminales WLL móviles, terminales WLL fijos, entre otros. Estos terminales funcionan en 16 diferentes configuraciones en las Bandas: 450 MHz, 700 MHz, 800 MHz, 850 MHz, 1700 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz y 2100 MHz. Los terminales de usuario se pueden encontrar en seis plataformas: Android, BlackBerry OS, BREW, iOS, Java, Windows, con 173 proveedores en todo el mundo (<http://www.cdg.org/technology/cdma2000.asp>).

1.1.2.4 Espectro CDMA2000

El espectro que ocupan las diferentes tecnologías de CDMA2000 viene dado por las bandas de frecuencias identificadas por la UIT de la IMT-2000 convirtiéndose en las radiofrecuencias de tercera generación para redes del sistema CDMA2000.

Como se observa en la figura 1.1, las bajas frecuencias son las más cotizadas debido a sus beneficios de propagación en el medio; a menor frecuencia, mayor área de cobertura, mayor movilidad, buena penetración en construcciones, menor consumo de energía y menos radio bases por área, como lo aclara CDG en : (<http://www.cdg.org/technology/cdma2000.asp>).

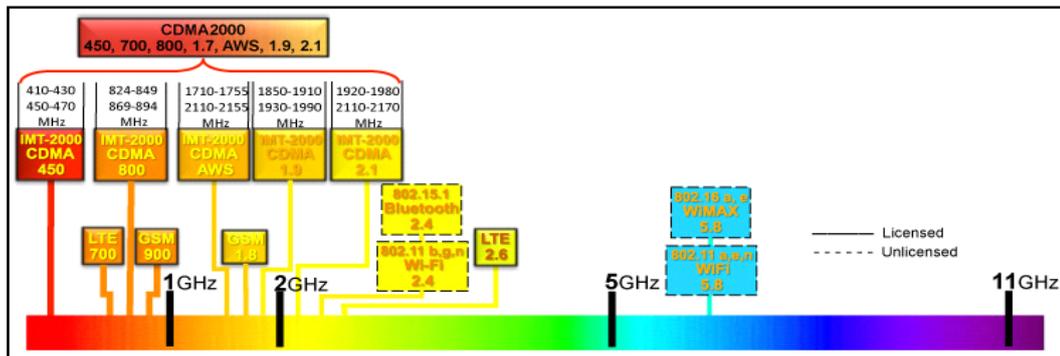


Figura 1.1 Espectro: Redes de ancho de banda-intensivo

Fuente: (<http://www.cdg.org/technology/cdma2000/spectrum.asp>)

1.1.2.5 CDMA2000 en el Mundo

CDMA2000 se encuentra presente alrededor de todo el mundo. En la actualidad para CDMA2000 1X y EV-DO existen: 73 operadoras en Asia, 48 en América latina y el Caribe, 63 en norte América, 59 en Europa y 71 en África, dando un total de 314 operadoras en 118 países (http://www.cdg.org/resources/cdma_stats.asp).

1.1.2.6 CDMA2000 en el Ecuador

En el Ecuador existen dos operadores que complementan su planta externa con los servicios que ofrece CDMA2000: Etapa EP y CNT EP. ETAPA EP ha implementado las tecnologías CDMA 2000 1X y 1xEV-DO Rev.A en las bandas WLL de 470 MHz y 450 MHz respectivamente, mientras que, la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP ha implementado CDMA 2000 1X en la banda WLL 450 MHz, CDMA 2000 1X en la banda Móvil 1900 MHz, 1xEV-DO Rel. 0 en la banda Móvil 1900 MHz, 1xEV-DO Rev. A en la banda Móvil 450 MHz, 1xEV-DO Rev. A en la banda WLL 450 MHz (<http://www.cdg.org/worldwide/index.asp>).

En la figura 1.2, se muestra el área en donde ETAPA EP brinda sus servicios dentro del Ecuador, los círculos verdes representan a las radio bases CDMA, el área azul representa a las parroquias del Cantón Cuenca.

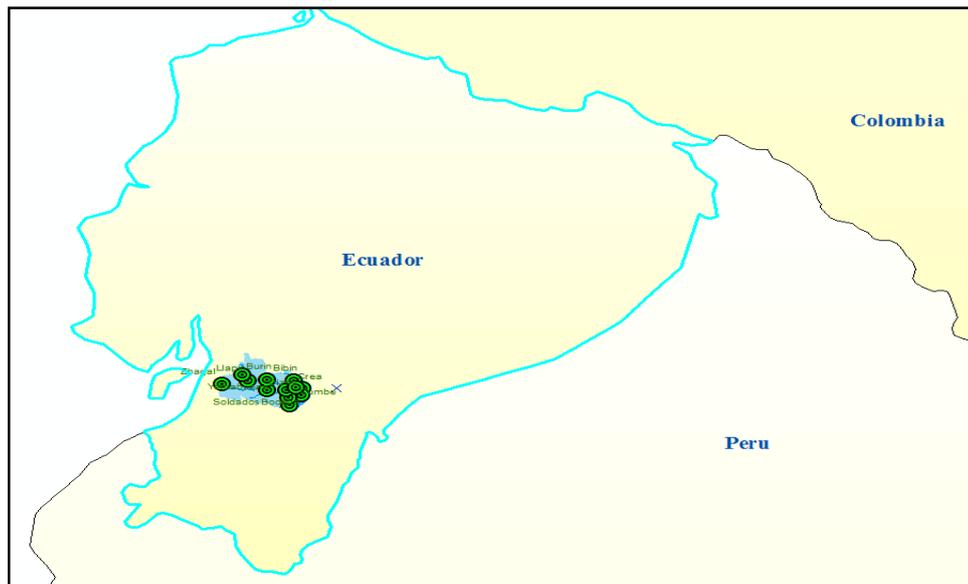


Figura 1.2 Área de cobertura de ETAPA EP en comparación con el Ecuador

1.1.3 CDMA450

Se denomina CDMA450 a CDMA2000 1x en sus bandas más bajas. El sistema CDMA 450 incluye los rangos de frecuencia de 410-430MHz, 450-470MHz, 470-490MHz (<http://www.cdg.org/technology/cdma450.asp>).

A más de las ventajas de CDMA2000, se incorpora el aprovechamiento de las bandas bajas, multiplicando por 3 el área de cobertura de las redes móviles que funcionan en la banda de 900MHz, y por 12 al área de cobertura en bandas del orden de los GHz, soporta hasta 55 llamadas simultáneas por sector con alta penetración en construcciones, un menor consumo de energía, y mayor cantidad de datos por transferencia (<http://www.cdg.org/technology/cdma450/advantages.asp>).

En la actualidad existen un total de 107 operadoras que dan servicio con la tecnología CDMA450 1X, y 8 operadoras que brindan el servicio con tecnología EV-DO en sus diferentes versiones dentro de 60 países de todo el mundo. De entre estos operadores dos pertenecen a Ecuador: Etapa EP y CNT EP (http://www.cdg.org/resources/cdma_stats.asp).

1.1.4 Red CDMA450 de Etapa EP

En el cantón Cuenca desde febrero del 2008 la empresa ETAPA EP desplegó la tecnología fija inalámbrica WLL CDMA2000 1X, en la banda de los 470Mhz, enfocando el servicio en sus parroquias rurales.

Hoy en día la red CDMA de Etapa EP cuenta con dieciséis radio bases listadas en la tabla 1.1, las cuales dan servicio alrededor de catorce mil usuarios y dependiendo de la ubicación se tiene uno, dos o tres sectores de propagación, cada uno con su propio ancho de banda.

Tabla 1.1 Lista de radio bases de la red CDMA de ETAPA EP

BTS	Sectores	Nombre
1	3	Bibin
2	3	Dizha
3	3	Gualguazhumi
4	3	Tucurrumi
5	1	Soldados
6	3	Cuenca centro
7	3	Misicata
8	3	Llapin
9	2	Zhagal
10	3	Totoracocha
11	3	Crea
12	3	Bodega
13	3	Ricaurte
14	3	Burin
15	3	Yerbabuena
16	1	Cumbe

La tabla 1.1 está ordenada según la implementación de las Radio Bases, la red arrancó con las cinco primeras en el 2008, la información mostrada se obtuvo de los datos de Ingeniería de la Red CDMA de ETAPA EP de Junio 2015, facilitados por el Administrador de Redes Inalámbricas, Ing. Pablo Suarez C.

Por su tecnología y baja frecuencia, CDMA 450 tiene una muy buena propagación, en la figura 1.3 se muestra la distribución de las 16 radio bases en cada comunidad, basta con una para cubrir toda esa área como es el caso de Soldados, Zhagal, Cumbe; la razón de que existan varias radio bases en Cuenca no se debe a su baja cobertura sino a su densidad de población, las partes cercanas a la urbe es la zona más poblada, mientras que, las parroquias lejanas son poco pobladas; los espacios en donde no existen comunidades, por ejemplo, el Parque Nacional Cajas, es una zona que se puede observar claramente que tiene incidencias de al menos dos radio bases Llapin y Burin, que no existan comunidades no implica que no se pueda realizar un levantamiento de mapa de potencias, bien puede servir con fines turísticos y recreativos, cada persona que se adentre al Parque Nacional Cajas podría llevar consigo un terminal BVT-F5 de Etapa y un Mapa de potencias de la zona.

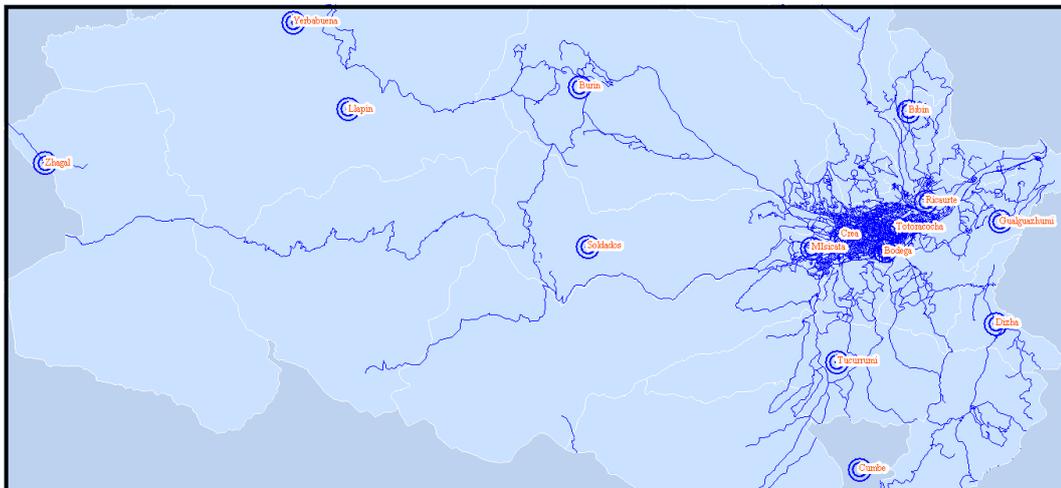


Figura 1.3 Mapa de la red CDMA450 de ETAPA EP

La tabla 1.2 muestra el número de terminales conectados a los diferentes sectores dándonos sobre los mil clientes en las zonas cercanas a la urbe y en las partes alejadas menos de una decena de terminales conectados, ratificando de esta manera la razón de implementación de radio bases en la urbe para poder soportar la tasa de erlangs.

Tabla 1.2 Comparación de clientes en la red CDMA450 de ETAPA EP

<i>Sectores con mas clientes conectados</i>	
Nombre	Clientes
Gualguazhumi 1	1931
Gualguazhumi 0	1354
Bibin 1	1192
<i>Sectores con menos clientes conectados</i>	
Nombre	Clientes
Burin 2	2
Yerbabuena 2	2
Burin 1	0

La información de la tabla 1.2 se obtuvo de los datos de Ingeniería de Junio 2015 de la Red CDMA de ETAPA EP.

1.1.5 Terminal CDMA BVT-F5

Se consideró un terminal que sea distribuido y comercializado ETAPA EP y que tenga la menor ganancia en su antena, por lo que se eligió el terminal BVT-F5. Para ingresar a los datos de ingeniería de red, se debe marcar en el terminal *#83780# y ver la potencia de transmisión y recepción, el ID de la radio base, la relación señal ruido, entre otros. Otra forma de visualizar los datos en este terminal es por medio de un computador a través del puerto USB para realizar pruebas de ingeniería sobre la red con un software desarrollado por Via Telecom el mismo fabricante del procesador semiconductor de banda base CDMA.

“VIA Telecom es una compañía líder de semiconductores con un innovador enfoque central en el desarrollo de los procesadores de banda base CDMA. Últimos procesadores de banda base CDMA de un solo chip de VIA soportan una amplia gama de tecnologías de modo dual incluyendo CDMA2000, 1xEVDO, y CDMA2000 / GSM. Además de los procesadores de banda base CDMA, VIA ofrece una serie vanguardia de la calidad comercial de plataformas de diseño de referencia que cubren las tarjetas de datos, Dongle USB, teléfonos de ultra bajo

costo, dispositivos multimedia y teléfonos inteligentes [...] VIA Telecom tiene una diversa base de clientes que incluye empresas de renombre como Nokia, Samsung, LG, K-Touch, Haier, Lenovo, Inventec y soluciones Pantech. VIA se puede encontrar en los productos en más de 20 países de todo el mundo. Hoy, VIA Telecom ha establecido alianzas clave con los principales operadores CDMA del mundo, como China Telecom, Verizon Wireless y Sprint a fin de promover la calidad y la diversidad de posibles soluciones”.³ (<http://www.via-telecom.com/company/profile.jsp>).

1.2 Sistema de Posicionamiento Global GPS

El GPS es un sistema que trabaja para mantener una constelación de 24 satélites en constante funcionamiento, orbitan a 20'200.000 metros de la tierra con una trayectoria circundante a 55° de la línea ecuatorial, y tienen un periodo de 12 horas alrededor del planeta (<http://www.gps.gov/systems/gps/space>). Cada día existen más aplicaciones y usuarios GPS, unos enfocados a la ubicación de latitud y longitud, y otros lo aprovechan para la sincronización remota de sistemas eléctricos, financieros, meteorológicos, comunicaciones, etc. (www.gps.gov/applications).

El sistema GPS está dividido en tres segmentos: espacial, control y usuario (<http://www.gps.gov/systems/gps>).

1.2.1 Segmentos Espacial, Control y Usuario

El segmento espacial se refiere a los satélites orbitando la tierra, en la página oficial de GPS aseguran brindar un servicio a la sociedad civil mundial gratuitamente y con garantías de mínimo 24 satélites en funcionamiento el 95% del tiempo, además, que en la actualidad tiene 31 satélites en funcionamiento y se sigue desarrollando la tecnología para mejor precisión, confianza y rapidez (<http://www.gps.gov/systems/gps/space>).

³ Se ha traducido al español debidamente de la versión original.

El segmento de control se refiere al telecontrol de la tierra a los satélites. Existe una estación de control maestra en Colorado y una alterna en California, 16 centros de control y monitoreo alrededor del planeta (Ecuador y Argentina forman parte del sistema), tienen también antenas terrestres y sistemas aéreos con el fin de corregir la órbita, dar de baja o incluir otros satélites al sistema (<http://www.gps.gov/systems/gps/control>); en la figura 1.4, GPS muestra su red de control sobre un mapa del mundo.

El segmento de usuario comprende de las aplicaciones que se realizan con la información que entregan los satélites GPS, estos transmiten en dos frecuencias una de uso militar y otra de uso civil, la última es de libre uso y cualquiera en el mundo puede desarrollar terminales GPS o aplicaciones a su interés propio. Las aplicaciones GPS pueden enfocarse a la utilización de la longitud y latitud o para sincronizaciones de sistemas con la utilización del tiempo, “los nuevos usos de GPS se inventan todos los días y sólo están limitadas por la imaginación humana” (<http://www.gps.gov/applications>).

Actualmente se obtiene un error de 15 metros al captar un mínimo de tres satélites, con nueve satélites da un error de 2.5 metros, mientras que con las señales civiles + militares el error es de 0.3 metros. La Fuerza Aérea de los Estados Unidos puede alterar la exactitud de medición en caso de emergencia nacional (Nagle. 2009: 9).

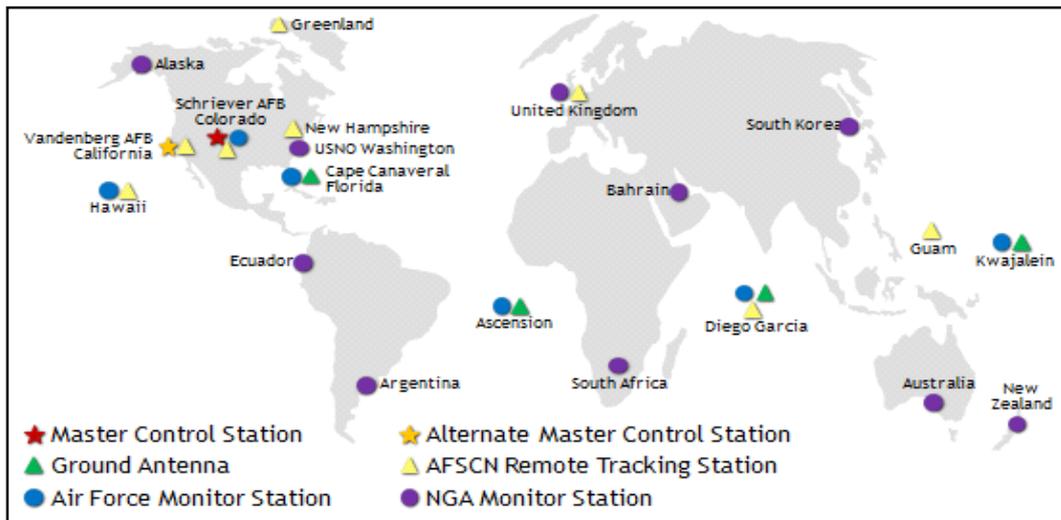


Figura 1.4 Segmento de Control

Fuente: (<http://www.gps.gov/multimedia/images/GPS-control-segment-map.pdf>)

1.2.2 Estándar NMEA 0183

El interfaz estándar NMEA 0183 define los requisitos eléctricos de señalización, protocolo de transmisión de datos, el tiempo y los formatos de cadenas específicas para un bus serial de 4800 baudios. Cada bus puede tener sólo un hablador pero muchos oyentes. Esta norma tiene por objeto apoyar una vía de transmisión de datos en serie de un solo transmisor a uno o más oyentes. Estos datos están en formato ASCII imprimible y puede incluir información tal como la posición, la velocidad, la profundidad, la asignación de frecuencias, etc. (http://www.nmea.Org/content/nmea_standards/nmea_0183_v_410.asp).

1.3 Sistema de Información Geográfica GIS

Al hablar de GIS se habla de información referenciada geográficamente, láminas de información montadas unas sobre otras hasta formar una representación digital del planeta con sus formas y características en menor escala, esta representación se puede generar con puntos, líneas y polígonos, siendo referenciados al mismo sistema coordenado, o SCR, a cada forma se asocia información que generalmente se presenta como un archivo CSV el cual determinara cuantas columnas de información tendrá la tabla de dicha lamina. En la figura 1.5, por ejemplo, se tiene un mapa que consta de cinco laminas todas tienen la similitud de pertenecer al

sistema de coordenadas geográfico WGS-84 y están dentro de los mismos límites de coordenadas para proyectarse dentro del mismo recuadro. Las capas de puntos en este caso corresponden a las radio bases con color verde y a la señal CDMA de color amarillo, la capa de líneas son las vías en color azul y las capas de polígonos a la capa de parroquias por las líneas negras y la de países.

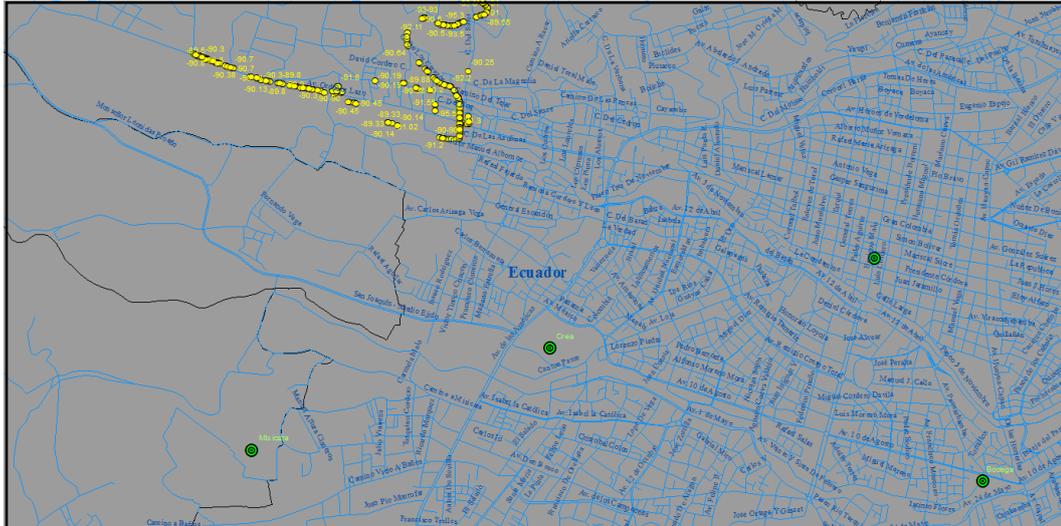


Figura 1.5 Capas del mapa GIS

1.3.1 Sistema de referencia de coordenadas CSR

Hay dos tipos de sistemas de referencia de coordenadas, el geográfico y el proyectado.

El sistema de referencia geográfico (figura 1.6) considera al planeta como una esfera y para ubicar un punto miden dos ángulos (latitud y longitud) desde su centro con las líneas Ecuador y Greenwich como referencia. Dado que la forma de la tierra no es una esfera perfecta, se han creado varios sistemas de referencia geográfica con diferentes esferas o esferoides con distinto centro y con la variación entre grados, minutos y segundos como su unidad de medida, el sistema más popular es WGS_84 (https://docs.qgis.org/2.8/es/docs/gentle_gis_introduction/coordinate_reference_systems.html).

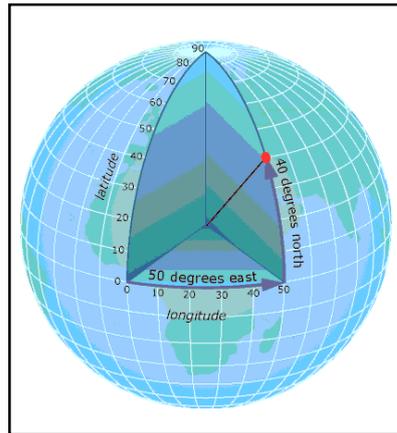


Figura 1.6 Latitud y Longitud

Fuente: (<http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n000000s0000000.htm>)

El sistema de referencia proyectado, en cambio, considera al planeta como un plano, depende del tipo de proyección la forma o el tamaño de los continentes como también la distancia entre dos puntos del plano, por ejemplo, en la ilustración 7 el área cercana a los polos de los Continentes es exagerada y deforme, pero es muy fiel en las zonas ecuatoriales. Estos diferentes tipos de proyecciones se pueden resumir en la tabla 3, “a diferencia de un sistema de coordenadas geográficas, un sistema de coordenadas proyectadas posee longitudes, ángulos y áreas constantes en las dos dimensiones. Sin embargo, todas las proyecciones de mapa que representan la superficie de la Tierra como un mapa plano crean distorsiones en: la distancia, el área, la forma o la dirección” (<http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000s00000000.htm>).

Si bien estas distorsiones se crean a nivel de Continentes, es posible conservar la forma, el área y la distancia en un mapa si se considera un área no muy extensa, como por ejemplo dentro del área de Ecuador sí se conservan estos parámetros en una proyección como de la ilustración 7.

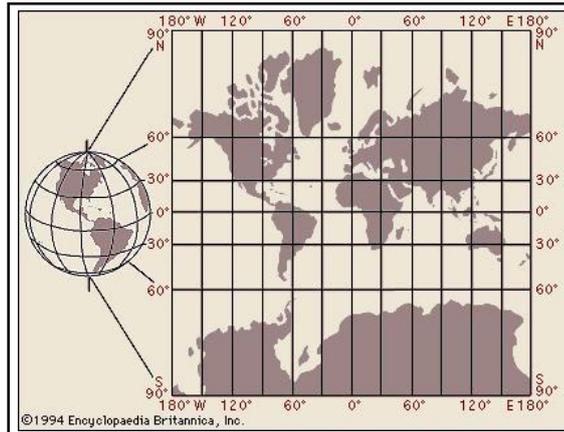


Figura 1.7 Proyección Mercator: globo Terráqueo

Fuente: (<http://www.britannica.com/biography/Gerardus-Mercator>)

Tabla 1.3 Proyecciones planas vs Conservación de mapa

	Conserva tamaño	Conserva forma	Conserva distancia
Proyecciones equidistantes	NO	NO	SI
Proyecciones equivalentes	SI	NO	NO
Proyecciones conformes	NO	SI	NO

1.4 Pruebas en las redes de Telecomunicaciones⁴

Los sistemas de telecomunicaciones tienen que ser medidos periódicamente para garantizar el buen estado de su red y por ende su servicio.

Estas pruebas se realizan a nivel de planta interna o red activa y de planta externa o red pasiva; en esta última, por ejemplo, se utiliza una variada instrumentación para conocer las características del medio de transmisión según sea la tecnología ya que del estándar depende el ancho de banda y la potencia mínima para trabajar. En los sistemas con cables se puede decir que se tiene puntos finitos para medir la línea de abonados, en cambio, en los sistemas inalámbricos se tienen puntos infinitos de servicio, debiendo cubrir toda el área para verificar el canal. En los sistemas

⁴ Las ideas del punto 1.4 se apoyan en: (<http://www.gl.com/cdma2000analyzer.html?gclid=Cj0KEQjw5ti3BRD89aDFnb3SxPcBEiQAssnp0n96gOzH6tobrqnP DQmxuHPG4iExgH4KAOLtgBiMaAv2q8P8HAQ>) y en (<http://www.telecomhall.com/es/que-es-drive-test-testing-de-rf.aspx>).

inalámbricos, el monitoreo del canal se realiza por medio de un Drive Test, un recorrido en un vehículo con la instrumentación que procesa y muestra la información de la red inalámbrica, por ejemplo:

- Potencia
- Ruido
- Límites de cobertura
- Interferencias propias o por terceros
- Pérdida de paquetes por enlace
- Calidad de la voz
- Prueba de producto con relación al estándar
- Saturaciones en hora pico
- Eventos Handoff y Handover

Por supuesto todo esto también dependerá de la instrumentación que se utilice como: terminales, GPS, analizadores de espectro, antenas, cámaras de video, etc. El Software a utilizarse para el procesamiento es una pieza clave para determinar su eficiencia y debe estar acorde con las necesidades de la red, por ejemplo, una aplicación que muestre y transmita en vivo los datos de todos los dispositivos a una central remota, o una aplicación que recoja los datos para luego ser procesados y visualizados, son dos aplicaciones con el mismo fin pero con diferente eficiencia, la cantidad de información recolectada y útil también definiría la eficiencia del Drive test.

1.5 Java

A más de ser una plataforma de libre desarrollo a nivel mundial Java es un lenguaje de programación de propósito general, y como tal es válido para realizar todo tipo de aplicaciones profesionales. Incluye una combinación de características sobresaliendo principalmente:

- Su programación orientada a objetos.
- Trabajo en red.
- Multifuncional.
- Multiplataforma.

- Múltiples dispositivos.
- No tiene punteros manejables por el programador.
- El manejo de la memoria la gestiona el propio lenguaje.
- Genera aplicaciones con pocos errores posibles.
- Incorpora Multihilos.

(http://www.wilucha.com.ar/Java/J_Java2008.html)

“Java es la base para prácticamente todos los tipos de aplicaciones de red, además del estándar global para desarrollar y distribuir aplicaciones móviles y embebidas, juegos, contenido basado en web y software de empresa [...]”

- El 97% de los escritorios empresariales ejecutan Java
- El 89% de los escritorios (o computadoras) en USA ejecutan Java
- 9 millones de desarrolladores de Java en todo el mundo
- La primera opción para los desarrolladores
- La primera plataforma de desarrollo
- 3 mil millones de teléfonos móviles ejecutan Java
- El 100% de los reproductores de Blu-ray incluyen Java
- 5 mil millones de Java Cards en uso
- 125 millones de dispositivos de televisión ejecutan Java
- 5 de los 5 principales fabricantes de equipos originales utilizan Java ME”

(<https://www.java.com/es/about/>)

1.5.1 Geotools

Geotools es una biblioteca de libre acceso que permite la manipulación de datos geoespaciales por medio de métodos en programación Java. (Geotools. 2015. About GeoTools. <http://www.geotools.org>).

Existen muchos desarrolladores de Java alrededor de todo el mundo que han creado muchas librerías gratuitas que sirven como base para poder desarrollar varias herramientas específicas, tal es el caso de Geotools que es toda una biblioteca especializada en GIS y es actualizada periódicamente, además tienen varios

tutoriales para guías de usuario⁵ y para desarrolladores⁶, tienen foros en donde responden las dudas sobre la programación en Java, sin duda la base para un sinnúmero de aplicaciones.

Geotools generalmente gestiona las librerías.jar por medio de servicios web utilizando Maven, así también, da la opción de trabajar con Java puro descargando sus Librerías⁷.

1.6 MySQL

MySQL es una de las principales empresas en gestión de base de datos, es un software de libre acceso y permite una variedad de aplicaciones debido a sus numerosas aplicaciones desarrolladas para varios sistemas operativos.

“Con más de 15 millones de instalaciones estimadas y decenas de miles de nuevas descargas cada día. Se trata de la tercera base de datos más utilizada en el mundo, después de Oracle y Microsoft SQL Server (Gartner) [...] elegida para la última generación de aplicaciones de bases de datos que incluyen aplicaciones Web, de nube y SaaS. 9 de las 10 propiedades Web más importantes del mundo⁸, como Facebook, Google y YouTube, confían en MySQL. Es parte de la Gama LAMP de código abierto (Linux, Apache, MySQL, PHP / Perl / Python), que la utilizan millones de personas y se distribuye con miles de aplicaciones diariamente”. (Oracle. 2012. Pp. 3).

⁵ (GeoTools. 2015. User Guide. <http://docs.geotools.org/latest/userguide>).

⁶ (GeoTools. 2015. Developers Guide. <http://docs.geotools.org/latest/developer>).

⁷ Las descargas se realizan de la página oficial de GeoTools y están disponibles todas sus versiones. (Slashdot Media. 2015. <https://sourceforge.net/projects/geotools/files>).

⁸ De la lista de los mejores 500 sitios de la Web de Alexa. (Alexa. 2016. <http://www.alexa.com/topsites/global;0>).

CAPÍTULO 2

MANUAL DE DESARROLLO

Para el procedimiento y desarrollo de la aplicación es necesario tener una perspectiva general de todo el proceso que sufre la información y como se la obtiene. El siguiente diagrama muestra que la información depende principalmente de las radio bases CDMA y de los satélites GPS, por medio de los terminales se comunican con un ordenador que posee varias herramientas y realiza diferentes procesos para obtener un mapa de potencias.

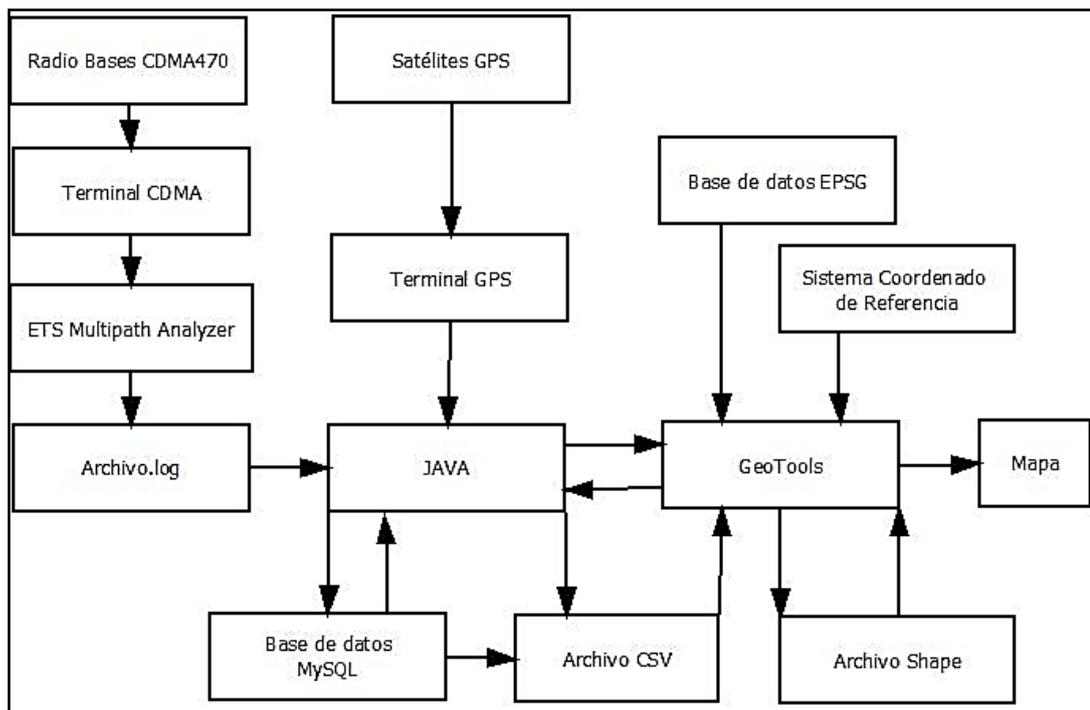


Figura 2.1 Diagrama general de funcionamiento de la aplicación

El diagrama de la figura 2.1, indica de manera general los varios procesos que sufre la información por medio de las principales herramientas a utilizar, todo esto para converger en un mapa.

El proceso del desarrollo se divide en tres partes principales:

- Adquirir datos del teléfono CDMA.
- Adquirir datos del terminal GPS.
- Mostrar la información en el Mapa.

La base de datos MySQL converge a estas tres partes, por lo que se puede generalizar en dos procesos paralelos de recolección y uno de visualización.

2.1 Requerimientos

El uso de las diferentes herramientas que se ocupan en la construcción del programa han filtrado los requerimientos tanto a nivel de hardware como de software detallados en el siguiente listado.

Hardware

- Un computador portátil.
- Un terminal CDMA marca BVT-F5 de ETAPA EP.
- Cable USB-miniUSB para terminal BVT-F5.
- GPS de comunicación serial con protocolo NMEA.
- Fuentes de energía.

Software

- Sistema Operativo Windows7.
- Java1.7u8.exe.
- JAVA_HOME.
- MySQL5.0.21.exe.
- NetBeansIDE8.0.2.exe.
- Controladores Terminal BVT-F5.
- ETS_6.1.6 y ETS_Config_0.18.0_vtui2_5x.
- Geotools 2.7-M2.jar.
- RXTXcomm.jar.

- rxtxSerial.dll.

2.2 Preparación de entorno

Es necesario que todos los programas se instalen para la ejecución de la Aplicación.

2.2.1 Instalación JAVA

Se ha descargado⁹ la versión jdk-7u80-windows-i586.exe, se debe ejecutar con privilegios de administración y se instalara tanto el JDK y el JRE C:\Program Files\Java. Se utilizará Java 7 en esta tesis y no Java 8 que es la última versión hasta la fecha, debido a herramientas en la que sus desarrolladores recomiendan¹⁰ utilizar Java 7.

Recomendación.-

Comprobar la correcta ejecución de Java desde Símbolo de Sistema con el código:

```
java -version
```

Este código devuelve las versiones del JDK y JRE instalados.

```
E:\Users\Go Die>java -version
```

```
java version "1.8.0_66"
```

```
Java™ SE Runtime Environment (build 1.8.0_66-b18)
```

```
Java HotSpot™ Client VM (build 25.66-b18, mixed mode, sharing)
```

2.2.1.1 Java Home

Es necesario crear la variable del sistema JAVA_HOME con valor c:\Program Files\Java\jdk1.7.0_80 e incluir en la variable Path.

⁹ (ORACLE. <http://www.oracle.com/technetwork/es/java/javase/downloads/jdk7-downloads-1880260.html>).

¹⁰ (GeoTools. 2015. Netbeans Quickstart.

<http://docs.geotools.org/latest/userguide/tutorial/quickstart/netbeans.html>).

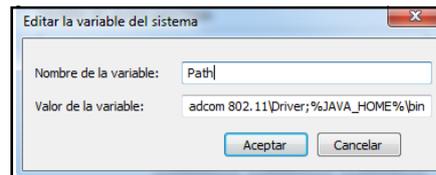


Figura 2.2 Path de Java Home

2.2.2 Instalación MySQL

El servidor de la base de datos MySQL maneja cuatro tablas, se ha descargado de la página oficial¹¹ de MySQL. Es importante al momento de configurar MySQL que el usuario y contraseña coincidan con los de la aplicación, que en este caso serán:

Usuario: root

Contraseña:

2.2.3 Instalación Netbeans IDE

La última versión de Netbeans hasta el momento de escribir esta tesis es la NetBeans IDE 8.0.2 se descarga gratuitamente desde su página¹² oficial. Hay que ejecutar al instalador con derechos de administrador y se instalara automáticamente.

2.2.4 Controladores Terminal BVT-F5

Los controladores CDS4, INTF0, e INTF1 han sido facilitados por el Administrador de Redes Inalámbricas de ETAPA EP, Ing. Pablo Suarez C. Para instalar estos controladores se recomienda conectar el terminal encendido CDMA al computador y cuando pregunte si desea iniciar en modo disco se debe pulsar la opción NO en el terminal.

¹¹ (ORACLE. 2016. MySQL. <http://dev.mysql.com/downloads/mysql/>)

¹² (NetBeans. 2015. NetBeans IDE 8.0.2 Download. <https://netbeans.org/downloads/8.0.2>).



Figura 2.3 Terminal CDMA BVT-F5

Es recomendable realizar la instalación de estos controladores desde el administrador de dispositivos de Windows actualizando el controlador. Se deben instalar o actualizar los controladores para tres dispositivos en el siguiente orden:

- CDS4
- INTF0
- INTF1

Para los cuales corresponden tres dispositivos:

- VIA Telecom USB HUB.
- VIA Telecom USB Modem.
- VIA Telecom USB ETS.

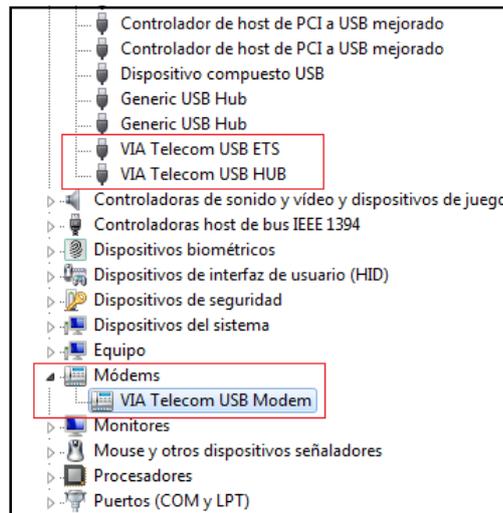


Figura 2.4 Dispositivos reconocidos por Windows.

2.2.5 Instalación de ETS

Esta herramienta es exclusivamente para la lectura del terminal CDMA y es de propiedad de VIA Telecom.Inc, este programa genera un archivo en tiempo real del estado de la red de ETAPA EP, la información de dicho archivo servirá para los propósitos de esta tesis y comprende de dos instaladores:

- ETS_6.1.6.exe.
- ETS_Config_0.18.0_vtui2_5x.exe¹³.

2.2.6 Configuración ETS

Esta configuración se resume para el puerto USB y los archivos Log, permite acoplar a ETS con la aplicación.

- Se crea la carpeta c:/cdma_1X.
- Se inicia el programa ETS(Config0.18.0_vtui2_5x).
- Se configura los puertos Comm-USB desde la pestaña Debug.

¹³ Los instaladores ETS_6.1.6.exe y ETS_Config_0.18.0_vtui2_5x.exe han sido facilitados por el Administrador de Redes Inalámbricas, Ing. Pablo Suarez C. Solo ETS_6.1.6.exe incluye en el disco de usuario.

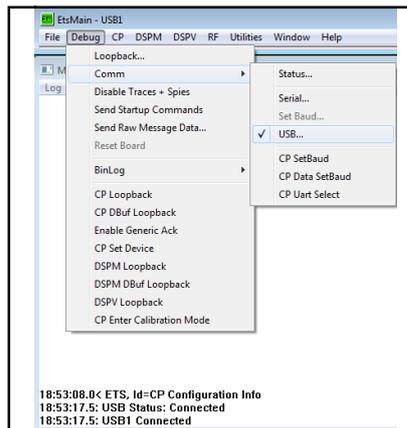


Figura 2.5 Configuración de puertos Comm en el ETS

2.2.7 Configuración Multipath Analyzer

- Iniciar el Multipath Analyzer desde el ETS.
- En el Multipath Analyzer abrir la configuración en la pestaña ETS / Settings.
- La carpeta de los archivos Log será c:/cdma_1X.
- Tamaño máximo de archivo Log de 1MB.

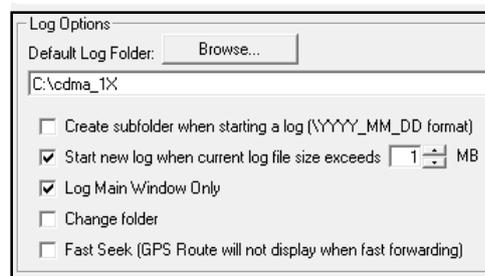


Figura 2.6 Configuración de Log Options en el Multipath Analyzer

2.2.8 Funcionamiento ETS

Cuando el terminal está conectado, abrir el Multipath Analyzer y desde la pestaña 1xRTT iniciar: Finger Power y Rx/Tx Power, para generar los archivos.log en c:/cdma_1X presionar Start Log.

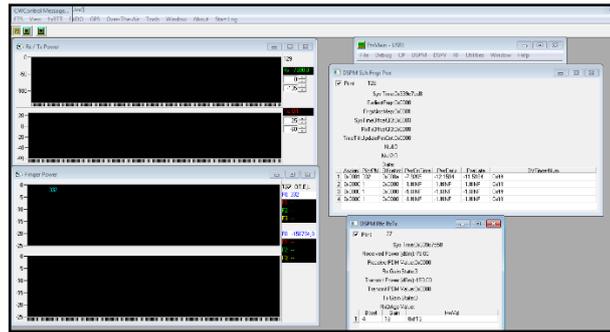


Figura 2.7 Funcionamiento de Finger Power y Rx/Tx Power

El nombre que adquiere el archivo Log es con el formato año_mes_dia_hora_minuto_segundo_main por lo que no se repetirá ningún nombre de archivo, el tamaño de los archivos no sobrepasa de 1MB y todos los archivos se guardan en la misma carpeta.

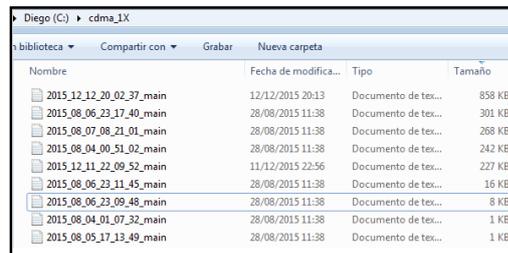


Figura 2.8 Archivos Log creados por ETS

2.3 Creación de la Base de Datos

En MySQL crear una base de datos e incluir tres tablas:

1. Tabla para datos CDMA, tiene nueve columnas: id, user_id, hora, RX, TX, PN0, PN1, PN2, PN3. La información para llenar esta tabla se extrae del archivo Log.

Tabla 2.1 Tabla CDMA en MySQL

id	user_id	hora	RX	TX	PN0	PN1	PN2	PN3
----	---------	------	----	----	-----	-----	-----	-----

2. Tabla para datos GPS, tiene cuatro columnas: fecha y hora, longitud, latitud, y velocidad. La información para llenar esta tabla se extrae de un terminal GPS.

Tabla 2.2 Tabla GPS en MySQL

date	longitude	latitude	speed
------	-----------	----------	-------

3. Tabla para datos de usuario, tendrá cinco columnas: id, username, password, nombre, apellidos.

Tabla 2.3 Tabla para Usuarios en MySQL

id	username	password	nombre	apellidos
----	----------	----------	--------	-----------

2.4 Desarrollo de la Aplicación. Parte 1: Lectura de datos CDMA

El objetivo de este programa es filtrar la información requerida del archivo Log creado por ETS y guardar en la tabla CDMA.

2.4.1 Análisis archivo LOG

Al iniciar Start Log con las herramientas Rx/Tx Power y Finger Power se crea un archivo con varias líneas que inician con la hora, muchas de estas líneas contienen otra información por lo que se debe seleccionar únicamente las líneas creadas por Rx / Tx Power y Finger Power.

Tabla 2.5 Línea Finger Power

```
00:51:06.5> ETS, Id=DSPM Spy, SpyId=DSPM Sch Fngr Pwr, Sys
Time=0xa47b07d8, EarliestFngr=0x0000, FngrAlocMap=0x0001,
SysTimeOffsetQ3=0xffff, RxTxOffsetQ3=0x0088,
TimeTrkUpdateFrmCnt=0x0000, Null=0, Null2=0, Assign.0=0x0001,
PilotPN.0=436, OffsetInt.0=0xffff, PwrOnTime.0=-6.4757, PwrEarly.0=-11.6812,
PwrLate.0=-9.2494, DVFingerNum.0=0xffff, Assign.1=0x0000, PilotPN.1=1,
OffsetInt.1=0x0000, PwrOnTime.1=-1.#INF, PwrEarly.1=-1.#INF, PwrLate.1=-
1.#INF, DVFingerNum.1=0xffff, Assign.2=0x0000, PilotPN.2=1,
OffsetInt.2=0x0000, PwrOnTime.2=-1.#INF, PwrEarly.2=-1.#INF, PwrLate.2=-
1.#INF, DVFingerNum.2=0xffff, Assign.3=0x0000, PilotPN.3=1,
OffsetInt.3=0x0000, PwrOnTime.3=-1.#INF, PwrEarly.3=-1.#INF, PwrLate.3=-
1.#INF, DVFingerNum.3=0xffff
```

Los parámetros PilotPN.0 hace referencia al Id de la Radio Base que emite la señal, mientras que PilotPN.1, PilotPN.2 y PilotPN.3, indican el Id de las radio bases que también inciden en ese punto geográfico, ordenándolas de forma descendente según su potencia, cuando cualquier PilotPN sea igual a -1 significa ausencia de Radio Base.

2.4.4 Filtrado de líneas Finger Power y Rx/Tx Power

Hasta el momento se conoce que el programa ETS entrega un archivo log de máximo 1MB, cuyo nombre depende del tiempo y se guardan en c:\cdma_1X, contiene varios tipos de líneas, de las cuales interesan solo dos, a las que se llamarán línea Potencias y línea BTS de ahora en adelante en este texto.

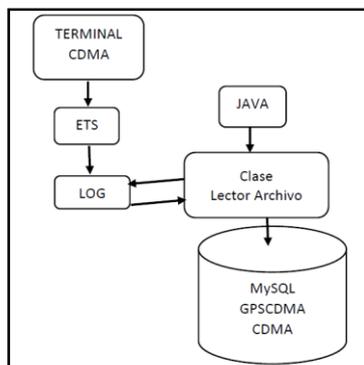


Figura 2.10 Diagrama General Lector Archivo

Java podrá trabajar sobre la información únicamente si los archivos Log son creados, para identificar a la línea Potencias y a la línea BTS se utilizara “Rfc RxTx” y “Sch Fngr Pwr” respectivamente. Esto optimiza el procesamiento del programa evitando que lea sobre todas las líneas, y permitiendo la lectura únicamente sobre las que interesan. Dentro de cada línea se busca la información por comparación de caracteres para copiar los valores y en otros casos se da el número de caracteres a ser copiados, estos caracteres se asocian a variables, se realiza la conexión con MySQL y se graba la información en la tabla CDMA de la base de datos.

Tabla 2.6 Datos CDMA

Valor	Variable	Ejemplo
Hora de Finger Power	Hora1	8/31/2015 0:41
Hora de Rx/Tx	Hora2	8/31/2015 0:41
Potencia de Recepción	RX	-84.11
Potencia de Transmisión	TX	9.83
Radio Base principal ID	PN0	436
Radio Base respaldo ID	PN1	388
Radio Base respaldo ID	PN2	332
Radio Base respaldo ID	PN3	1

De estas ocho variables únicamente siete se guardaran en la tabla CDMA de la base de datos cuando los valores de Hora1 y Hora2 son equivalentes, ya que la frecuencia de mensajes entregados de la línea de Potencias es inferior a la línea BTS, y por lógica de proceso no se puede crear un punto con características faltantes.

Tabla 2.7 Tabla CDMA producto de la lectura de datos CDMA

hora	RX	TX	PN0	PN1	PN2	PN3
2015-08-31 00:41:14	-84.11	9.83	436	388	332	1,
2015-08-31 00:41:15	-84.22	2.72	436	388	332	1,
2015-08-31 00:41:16	-84.23	6.77	436	388	332	1,
2015-08-31 00:41:17	-84.11	8.77	436	388	332	1,
2015-08-31 00:41:18	-84.14	-150.0	0,	1,	1,	1,
2015-08-31 00:41:19	-84.30	-150.0	1,	388	1,	1,
2015-08-31 00:41:20	-83.53	-150.0	388	1,	1,	1,
2015-08-31 00:41:22	-85.22	-150.0	388	1,	1,	1,
2015-08-31 00:41:23	-85.05	-150.0	1,	436	1,	1,

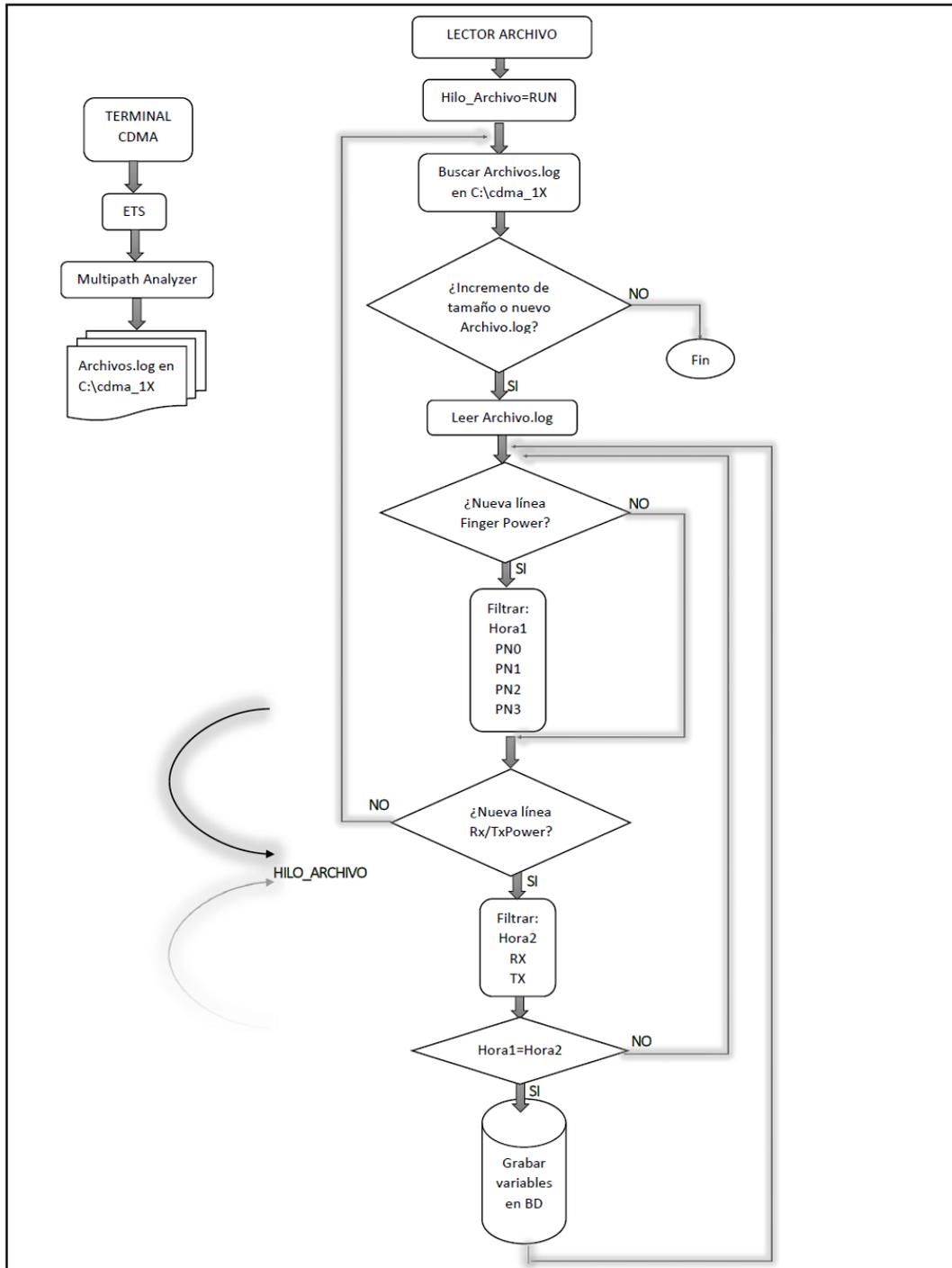


Figura 2.11 Diagrama de lectura de datos CDMA

El diagrama de la izquierda de la figura 2.11, muestra el proceso de creación del archivo.log, mientras que el de la derecha explica el proceso para obtener la información hasta la base de datos.

2.5 Desarrollo de la Aplicación. Parte 2: Lectura de datos GPS

Este proceso consiste en leer la información entregada por un terminal GPS con protocolo NMEA, procesarla y almacenarla en una base de datos.

Para este desarrollo es necesario el código¹⁴ publicado en el Artículo¹⁵ Java y Dispositivos GPS (domingo, 13 mayo 2012) por Svenu, este código fuente se divide en tres Clases Java: GPSReader, GPSDataEventListener y GPSData, que entre sus tareas principales esta: el testeo de puertos, la identificación de tramas con protocolo NMEA, la conexión del puerto, el procesamiento y muestra de datos.

Estas Clases se presentan en los Anexos B, C y D, GPSReader es su Clase principal y posee un hilo propio. Se deben realizar las debidas modificaciones al código para acoplar a las necesidades de la aplicación como: almacenar la información en la base de datos y que GPSReader no sea Clase principal. Para su funcionamiento es necesario la Librería RXTXcomm.jar y el archivo rxtxSerial.dll, que se obtiene de la página oficial¹⁶ de RXTX.

Tabla 2.8 Tabla GPS producto de GPSReader modificado.

date	longitude	latitude	speed
2015-08-31 00:41:43	79.038823	2.858092	0.0
2015-08-31 00:41:43	79.038823	2.858092	0.0
2015-08-31 00:41:44	79.038828	2.858087	0.0
2015-08-31 00:41:44	79.038828	2.858087	0.0
2015-08-31 00:41:45	79.038835	2.858095	0.0
2015-08-31 00:41:45	79.038835	2.858095	0.0
2015-08-31 00:41:46	79.038625	2.857822	0.0
2015-08-31 00:41:47	79.038625	2.857822	0.0
2015-08-31 00:41:47	79.038715	2.85796	0.12801209200000002
2015-08-31 00:41:48	79.038715	2.85796	0.12801209200000002
2015-08-31 00:41:48	79.038753	2.85799	0.06359768

¹⁴ (Sven Uibo. 13 mayo 2012. GPS.

https://drive.google.com/folderview?id=0B_8YmDQrr_irYkstWGNyRkZ3UmM&usp=drive_web&ddrp=1#).

¹⁵ (Svenu. 13 mayo 2012. Java & GPS Devices. <http://u180.blogspot.com>).

¹⁶ (RXTX. 28 June 2013 at 02:25.

<http://rxtx.qbang.org/wiki/index.php/Download>).

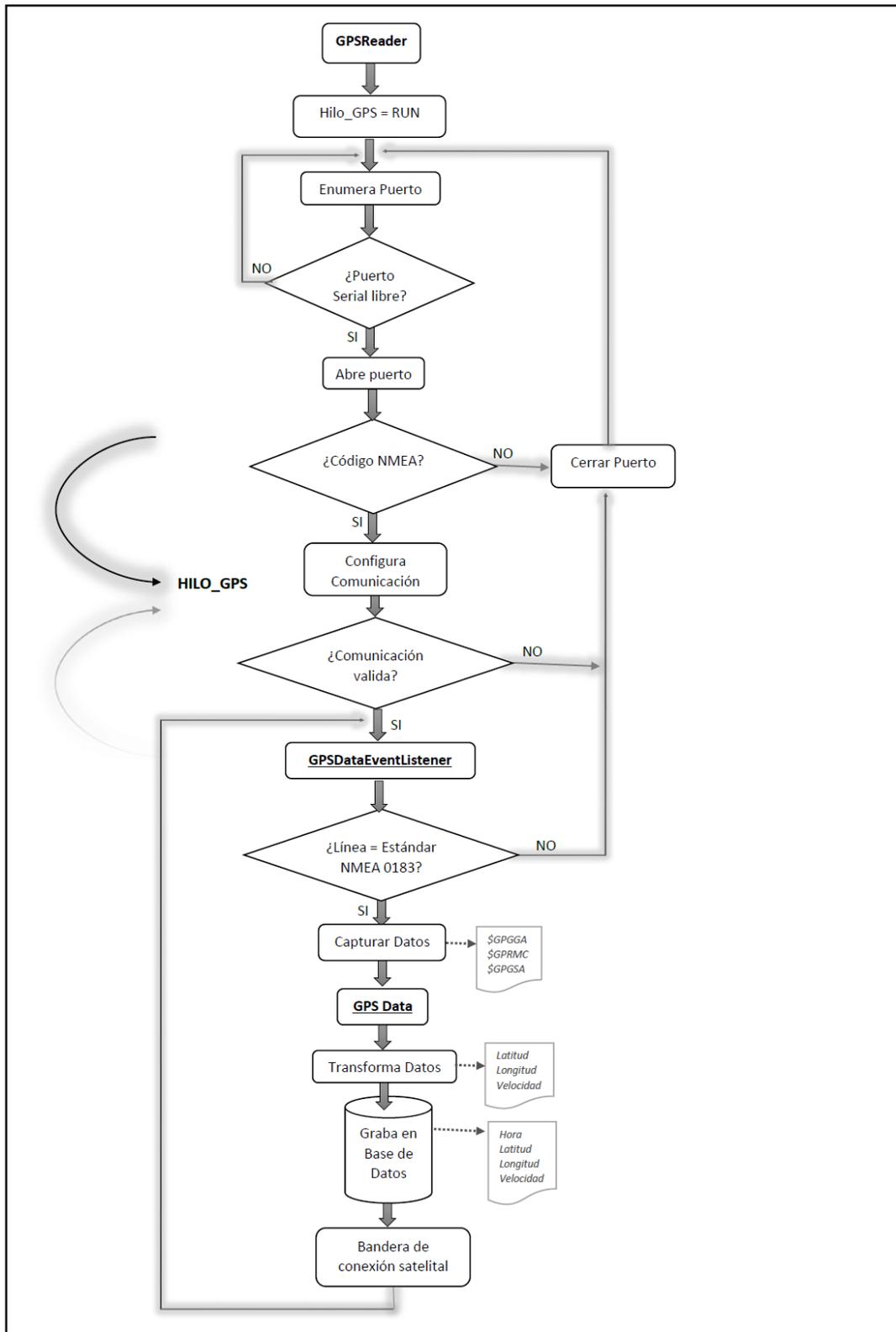


Figura 2.12 Diagrama de Flujo de GPSReader

El diagrama de la figura 2.12, indica el funcionamiento global de las tres Clases involucradas en la lectura del GPS: GPSReader, GPSDataEventListener y

GPSData. La bandera que se incluye en el diagrama de flujo sirve para activar un identificador en la interfaz gráfica.

2.6 Desarrollo de la Aplicación. Parte 3: Creación del Mapa

El objetivo de este procedimiento es crear con la información de las tablas GPSdata y CDMA un archivo CSV, luego, convertirlo en un archivo Shape, para por último, mostrar la información como un Layer de puntos sobre un mapa base con las vías y parroquias del Cuenca en un JmapPane de Geotools.

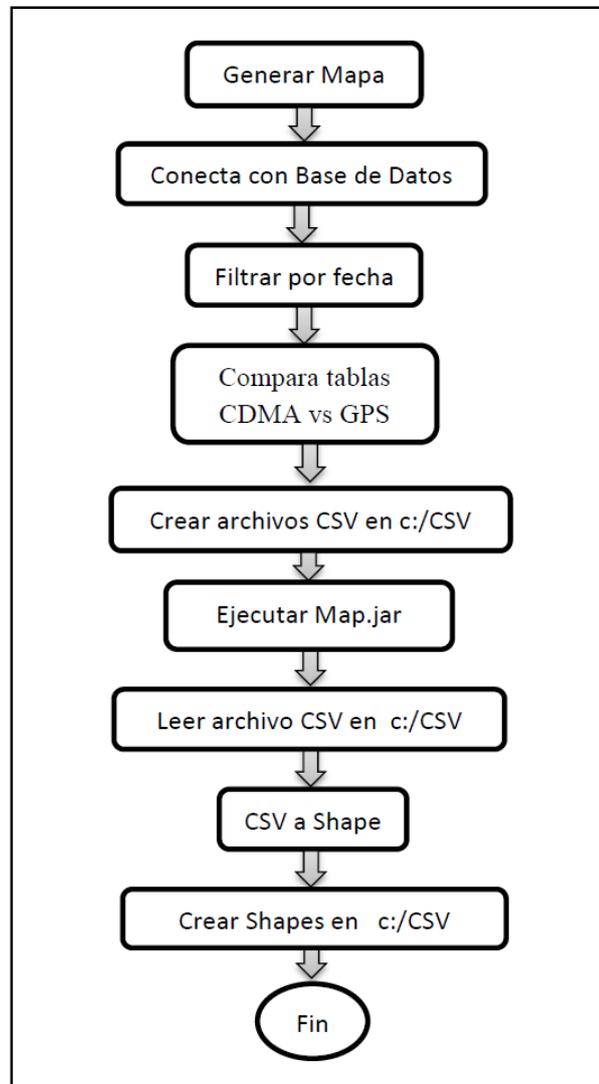


Figura 2.13 Diagrama de creación del Mapa de Potencia

El diagrama de la figura 2.13 indica el procedimiento desde la tabla CDMA y GPS crear el archivo CSV y Shape.

2.6.1 Crear archivo CSV

El archivo CSV empieza a crearse cuando el usuario presiona “Generar Mapa” luego por medio de métodos se realiza lo siguiente:

- Crear tres nuevos archivos CSV en c:/CSV.
- Imprimir la cabecera CSV a cada archivo en la primera línea: Longitud, Latitud, Fecha, Velocidad, RX, TX, PN0, PN1, PN2, PN3.
- Conectar con la base de datos.
- Comparar la hora y fecha de las tablas CDMA y GPSdata.
- Pegar las líneas filtradas separando cada valor con una coma en CSV.

Tabla 2.9 Archivo CSV generado por la APP

longitude,latitude,date,speed,RX,TX,PN0,PN1,PN2,PN3
79.038715,2.85796,2015-08-31 00:41:48.0,0.128012092002,-91.53,3.34,332,436,388,1.
79.038753,2.85799,2015-08-31 00:41:48.0,0.06359768,-91.53,3.34,332,436,388,1.
79.038753,2.85799,2015-08-31 00:41:49.0,0.06359768,-89.48,21.22,332,436,388,1.
79.038773,2.85896,2015-08-31 00:41:49.0,0.04753343201,-89.48,21.22,332,436,388,1.
79.038773,2.85896,2015-08-31 00:41:50.0,0.04753343200001,-92.88,-150.0,0.,0.,1.,1.

Se crea en total tres archivos: arvhivo.csv, archivo1.csv, archivo2.csv con el objetivo de crear capas independientes para cada nivel de señal: bajo, medio, alto; y así agruparlos por colores según sea la señal. Al seleccionar “Generar Online” se inicia otro proceso en el cual se crean otros archivos llamados: arvchivort.csv, archivo1rt.csv, archivo2rt.csv; los seis archivos se pueden crear la vez en c:/CSV.

2.6.2 Crear archivo Shape

Luego que se crean los archivos CSV se lanza a correr al Map.jar que a partir del archivo CSV fabrica archivos Shape de puntos. Para el desarrollo de los Shapes se utiliza el kit de herramientas¹⁷ GIS de código abierto Geotools y el código fuente

¹⁷ (GeoTools. 2015. <https://sourceforge.net/projects/geotools/files/>).

de: La Guía del usuario, Tutorial de Funciones CSV2Shp¹⁸ (2015) los cuales se editaran y funcionaran con métodos que realicen:

- Un featureType con la cabecera Longitud, Latitud, Fecha, Velocidad, RX, TX, PN0, PN1, PN2, PN3.
- Lee el archivo CSV línea a línea y agregar las características para cada punto.
- Establece el sistema de referencia de coordenadas CRS.
- Crea el archivo Shape y exportar a c:/CSV.

Esta Clase primero declara los datos que serán leídos con la información de la cabecera del archivo CSV, creará tantos Shapes como archivos CSV encuentre en la carpeta c:/CSV, con un máximo de seis dependiendo las condiciones de uso de la aplicación, correspondientes a tres Shapes en modo histórico y tres en vivo.

2.6.3 Mostrar Mapa

El objetivo de este procedimiento es el producto final, el Mapa de Potencias, este se muestra cuando el usuario selecciona en la interfaz gráfica “Mapa Generado” inicializando a Map.jar el cual fabrica y muestra el mapa al usuario.

Esta Clase también utiliza las librerías de Geotools y como guía para el desarrollo para los diferentes métodos se utilizará el código fuente del tutorial “Estilo de Mapas”¹⁹ de GeoTools, y la publicación²⁰ “Dibuje una marca circular en el punto especificado en GeoTools” de Kyle, publicado el 11 de enero del 2012, son métodos necesarios, que realicen lo siguiente:

- Crea un mapa de contenido.
- Agrega los archivos Shape al mapa de contenido.
 - Países: “c:\\CSV\\MAPA\\countries.shp”.

¹⁸ (<http://docs.geotools.org/latest/userguide/tutorial/feature/csv2shp.html>).

¹⁹Se ha traducido al español debidamente del original (GeoTools. 2015. <http://docs.geotools.org/latest/userguide/tutorial/map/style.html>).

²⁰Se ha traducido al español debidamente del original (Kile. 11 enero 2012. http://kyle-in-jp.blogspot.it/2012/01/geotools_11.html).

- Parroquias: “c:\\CSV\\ParroquiasCuenca\\parroquias.shp”.
- Vías: “c:\\CSV\\ViasCuenca\\viasCuenca.shp”.
- Radio Bases: “c:\\CSV\\ShapesRadioBases\\Radio_Bases.shp”.
- Los Shapes disponibles en “c:/CSV”.
- Agregar el estilo para cada capa.
- Abrir el JmapPane de Geotools.
- Pintar los Layers.

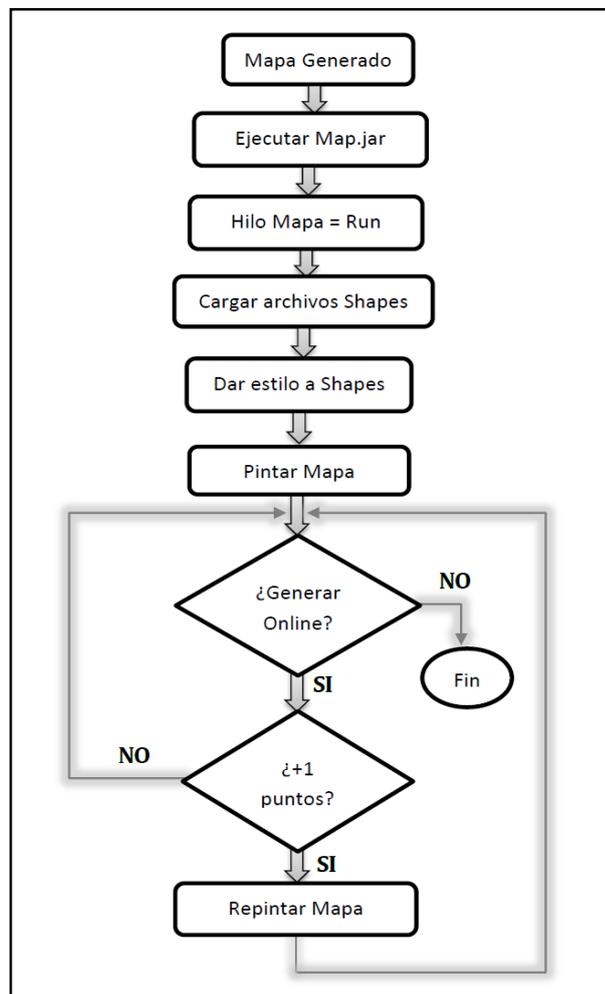


Figura 2.14 Diagrama para Mapa de Potencia en modo histórico y en vivo

En el Mapa se pintan hasta 10 Layers, cuatro son fijos: Países, Parroquias, Vías, Radio Bases; y seis Layer variables de los Puntos de Potencia.

2.6.4 Mapa en Vivo

Este modo se inicia desde la interfaz gráfica cuando el usuario selecciona “Generar Online”, con la condición de que los terminales GPS y CDMA estén conectados a la computadora y entregando datos.

Al seleccionar este modo la aplicación crea tres: `archivort.csv`, `archivo1rt.csv` y `archivo2rt.csv` en `c:/CSV`, estos archivos registran los nuevos puntos recogidos desde el momento que se selecciona “Generar Online”, luego transforma a Shapes y pinta el Mapa; únicamente si hay nuevos puntos que mostrar repinta el Mapa.

2.7 Interfaz Gráfica.

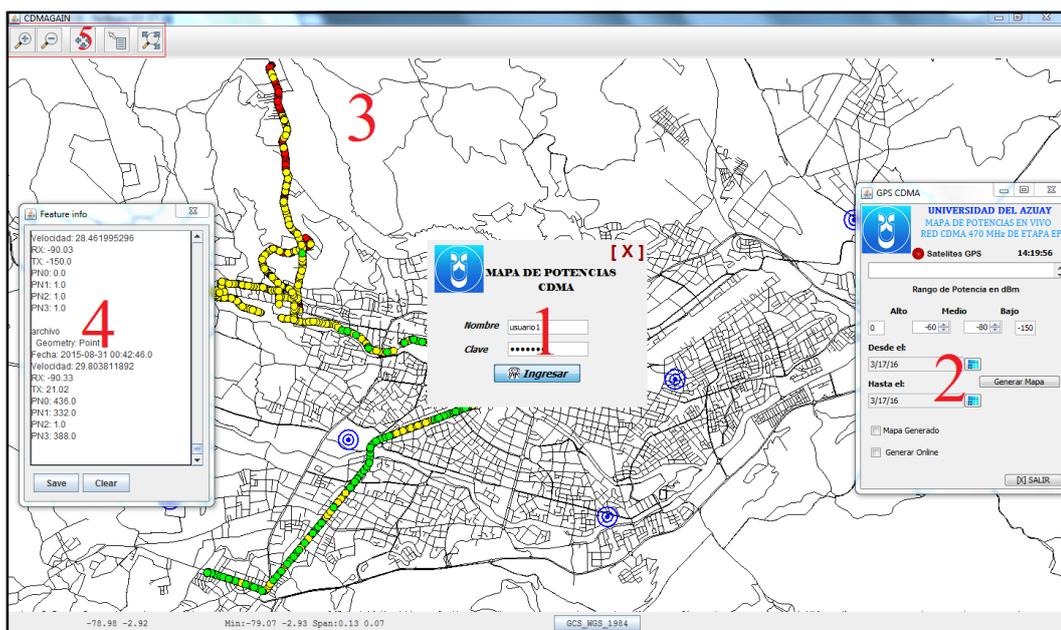


Figura 2.15 Interfaces gráficas de la aplicación: 1_autenticación, 2_APP, 3_JmapPane, 4_Feature info, 5_barra de herramientas del JmapPane.

En la aplicación se manejan cuatro ventanas de interfaz gráfica: de autenticación, de la aplicación, de visualización e información mapa. En la figura 2.15, la ventana (3) es producto de las Librerías de Geotools, junto con la barra de herramientas (5) y la ventana (4) con las características del mapa.

2.7.1 Interfaz de autenticación

La primera ventana al correr la aplicación es la del protocolo de seguridad (figura 2.16), aquí se asocian los campos de usuario y contraseña con la tabla de usuarios en MySQL (tabla 6), al coincidir los datos de la tabla se accede a la aplicación.



Figura 2.16 Ventana de autenticación de aplicación

2.7.2 Interfaz de aplicación

Esta es la ventana principal, muestra y controla el funcionamiento de la aplicación; esta ventana es encardada de articular todas las Clases anteriores, sus métodos permiten ejecutar y controlar todo el funcionamiento de la aplicación, por medio de los procesos que se han revisado hasta el momento.

Para esta explicación se ha dividido en dos partes a la interfaz gráfica:

Indicadores

- Indicador de conexión con satélites GPS
- Indicador de conexión con terminal GPS y CDMA
- Hora

Controles

- Control de rango de potencia Rx: alto, medio y bajo.
- Fecha inicial para recopilar la información de la base de datos.
- Fecha final para recopilar la información de la base de datos.
- Generar Mapa: activa la creación de los tres archivos CSV, y de sus archivos Shapes correspondientes por medio de Map.jar
- Mapa Generado: abre el JmapPane de Geotools pintado el mapa.

- **Generar Online:** para activar esta opción es necesario que los dos terminales ya estén entregando información a la base de datos, al ser activada inmediatamente crea tres archivos CSV en c:/CSV, archivort.csv, archivort1.csv y archivort2, luego crea sus correspondientes Shapes para cada nivel de potencia, para visualizarlo se debe seleccionar Mapa Generado.
- **Salir:** cierra todas las ventanas abiertas por la aplicación.

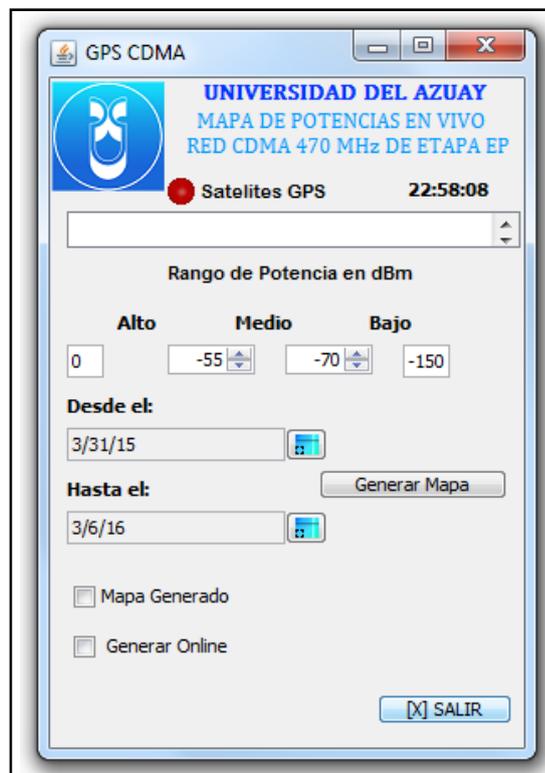


Figura 2.17 Interfaz de control y mando de APP

2.7.3 Interfaz de visualización

Esta interfaz es la ventana del Mapa, pertenece a Geotools, a excepción de los puntos, líneas y polígonos pintados sobre el panel; esta ventana se abre cuando se selecciona “Mapa Generado” en la aplicación. Geotools también ha desarrollado cinco herramientas para interactuar con el Mapa con funciones de zoom, desplazamiento del pliego e información del Layer.

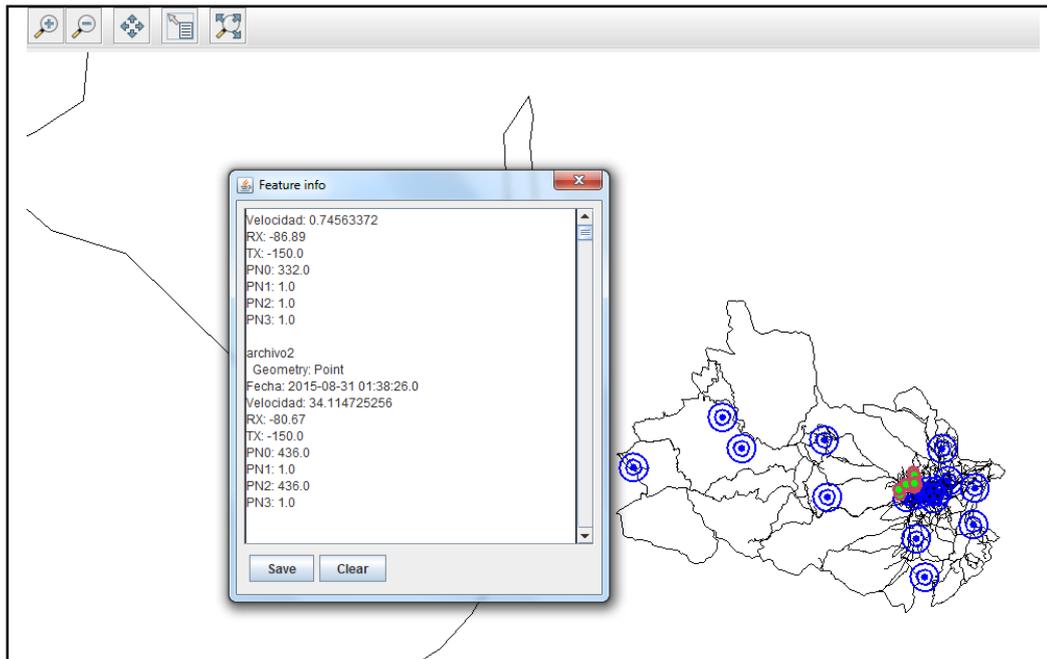


Figura 2.18 Visualización del Mapa en GeoTools y la ventana de información de características del Mapa

CAPÍTULO 3

MANUAL DE USUARIO

La aplicación Java *Mapa de Potencias en Vivo* funciona con un terminal BVT-F5 de ETAPA-EP, ETS, y un terminal GPS con protocolo NMEA para recoger, almacenar y mostrar la señal de la red CDMA450_1X de Etapa EP en el cantón Cuenca sobre un Mapa de Potencias.

3.1 Requerimientos previos

Para el funcionamiento de esta APP es necesario un terminal BVT-F5 de ETAPA EP, un terminal GPS con estándar NMEA, una computadora portátil con Windows7 a 32 bits, Java 7, JAVA_HOME, MySQL, ETS_Config_0.18.0_vtui2_5x, ETS_6.1.6, controladores terminal BVT-F5 (CDS4, INTF0, INTF1). También se requiere el archivo rxtxSerial.dll en la carpeta System32 de Windows, copiar las carpetas CSV y cdma_1X en la raíz del disco C.

3.2 Funcionamiento de la aplicación

Esta aplicación puede crear Mapas de Potencia al mismo tiempo que recoge los datos de los terminales GPS y CDMA, es el modo en vivo o Drive Test; otra forma de crear Mapas de Potencia es seleccionando la fecha de un recorrido anterior, es el modo histórico y es posible iniciar un nuevo Drive Test sobre un mapa creado. Para ambos casos la potencia se podrá identificar en tres colores relacionados a su nivel: nivel alto (verde), nivel medio (amarillo) y, nivel bajo (rojo); el usuario puede elegir entre -50 a -150dBm para seleccionar los colores según el nivel. En la ilustración 26, se muestra la interfaz gráfica de la aplicación.

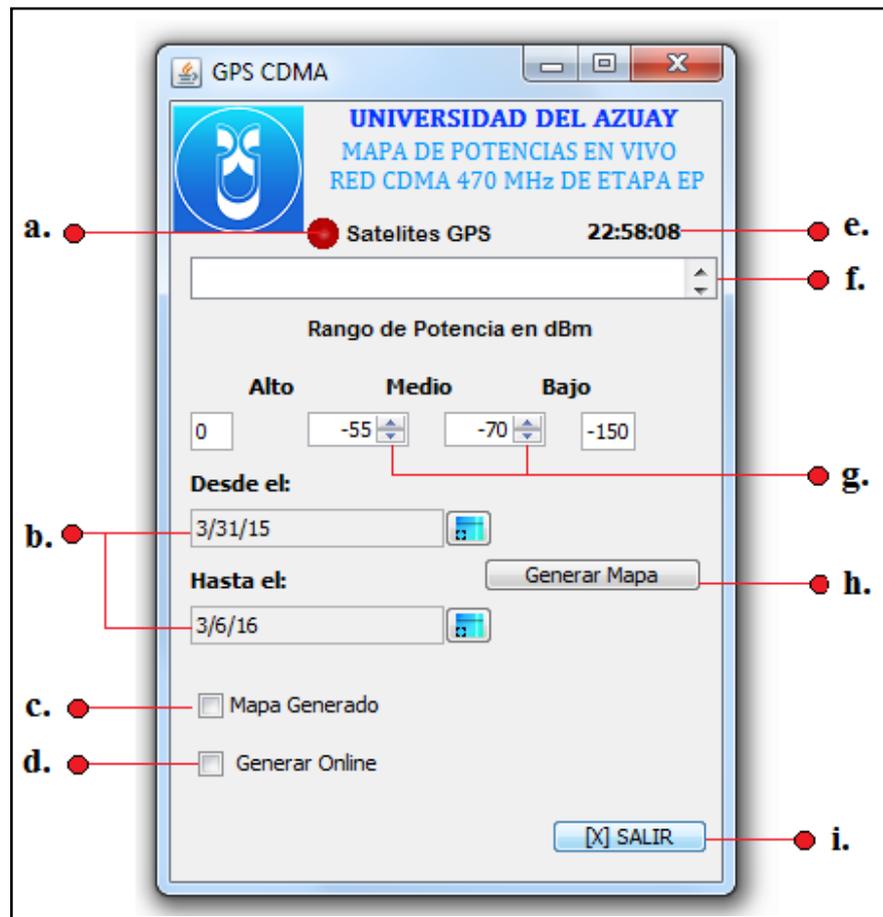


Figura 3.1 APP Mapa de Potencias

La figura 3.1 muestra los elementos de la aplicación.

- a. Rojo = No capta Satélites GPS, Verde = Si capta Satélites GPS
- b. Inicio y final de fecha de recolección de información para visualizar en el mapa
- c. Visualizar Mapa
- d. Generar Mapa Online
- e. Tiempo
- f. Indicador de conexión con terminal GPS
- g. Reguladores de límites de potencia RX para graficar los tres niveles de potencia: alto, medio, bajo; correspondientes a los colores verde, amarillo y rojo.
- h. Generar Mapa
- i. Cerrar las ventanas de la APP

3.2.1 Mapa en vivo

Recomendaciones previas

El Técnico que controla los terminales y la PC para el Drive Test, no conducirá el vehículo, es importante la utilización del cinturón de seguridad y dar prioridad a las normas de tránsito durante el Drive Test.

Iniciar el recorrido en áreas abiertas en un lugar fijo hasta lograr la conexión con los satélites GPS.

Utilizar la energía del vehículo para los tres dispositivos como fuente principal de energía y sus baterías como respaldo.

3.2.1.1 Conexión del terminal CDMA

- Encender el terminal CDMA.
- Conectar el terminal a la PC.
- Seleccionar NO en el terminal para iniciar en modo disco.
- Iniciar ETS.
- Abrir el Multipath Analyzer desde la pestaña Utilities.
- Activar Finger Power.
- Activar Rx/Tx Power.

3.2.1.2 Preparación de terminal GPS

- Encienda el Terminal GPS.
- Iniciar la APP Mapa de Potencias.
 - Nombre: Usuario1
 - Clave: UDA2016
- Aceptar la nueva conexión Bluetooth en Windows.
 - Nombre: NAVMAN GPS ONE
 - Clave: NAVMAN
- La aplicación debe marcar verde en “Satélites GPS”.

3.2.1.3 Inicio de Drive Test

- Verificar la señal verde en Satélites GPS.
- Activar *Start Log* en el Multipath Analyzer.
- Elegir los parámetros para los niveles de potencia Rx.
- Seleccionar *Generar Online*.
- Seleccionar *Mapa Generado*.

3.2.1.4 Fin de Drive Test

- Quitar *Generar Online*.
- Detener el archivo Log desde el Multipath Analyzer.
- Apagar GPS.
- Para cerrar todas las ventanas de la aplicación, pulse salir.

3.2.2 Mapa histórico

En este modo el programa crea Mapas según el periodo de fecha y los niveles de potencia, para este modo no es necesario la conexión de los terminales.

- Iniciar la APP Mapa de Potencias.
Nombre: Usuario1
Clave: UDA2016
- Elegir los parámetros para los diferentes niveles de potencia Rx.
- Elegir fecha de inicio.
- Elegir fecha de fin.
- Ingresar límites de potencia.
- Pulsar en Generar Mapa.
- Seleccionar Mapa Generado.
- Para cerrar todas las ventanas de la aplicación, pulse salir.

3.3 Drive Test demo

Se ha realizado un Drive Test de aproximadamente 17km de distancia obteniendo en la tabla CDMA 5248 líneas, 9709 líneas en la tabla GPS, con toda esta información filtrada se han obtenido 3597 puntos para mostrar con un promedio de

cinco metros por punto, cabe recalcar que esto depende directamente de la velocidad a la que se realice el Drive Test, este recorrido se realizó a una velocidad promedio de 40km/h. Se ha obtenido la potencia mínima -100.8 dBm y con una máxima de -42.92 dBm, logrando captar 15 diferentes sectores de distintas radio bases, éste filtrado rápido se lo ha realizado a nivel de la base de datos.

Se visualiza en diferentes mapas la potencia de este recorrido, recalcando que los valores de cada punto no cambian sino únicamente su color.

En la figura 3.2, los colores verde, amarillo y rojo de este mapa corresponden a el nivel de señal: alto [0dBm a -75 dBm], medio [-75 dBm a -90 dBm], bajo [-90dBm a -150dBm].

En la figura 3.3, en cambio, los colores verde, amarillo y rojo de este mapa corresponden a el nivel de señal: alto [0dBm a -60 dBm], medio [-60 dBm a -75 dBm], bajo [-75dBm a -150dBm],

Y en la figura 3.4, el colore verde es mínimo, mientras que el color amarillo y rojo de este mapa son abundantes; los colores corresponden a el nivel de señal: alto [0dBm a -55 dBm], medio [-55 dBm a -68 dBm], bajo [-68dBm a -150dBm].

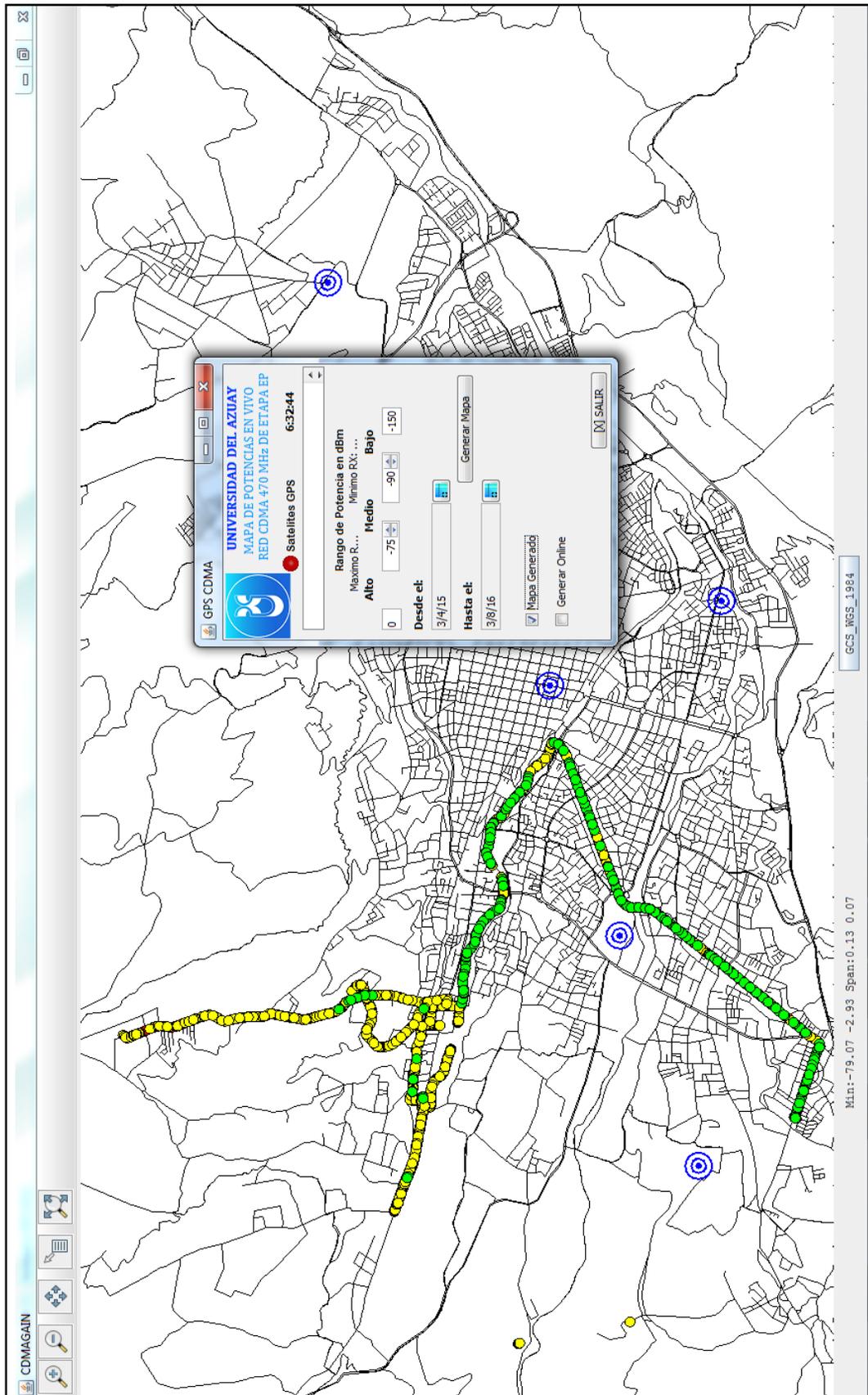


Figura 3.2 Mapa de Potencias (-75, -90)

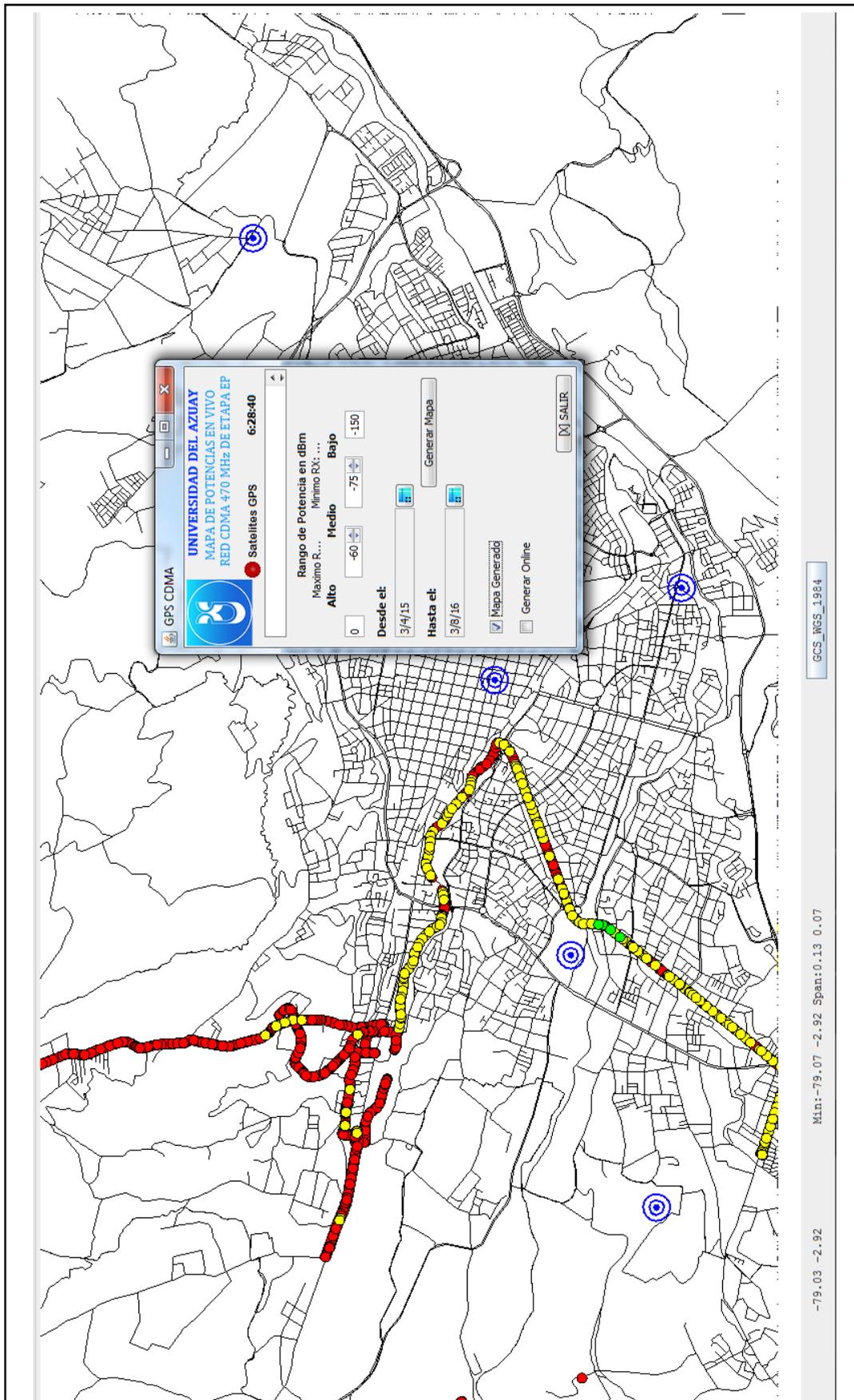


Figura 3.3 Mapa de Potencias (-60, -75)

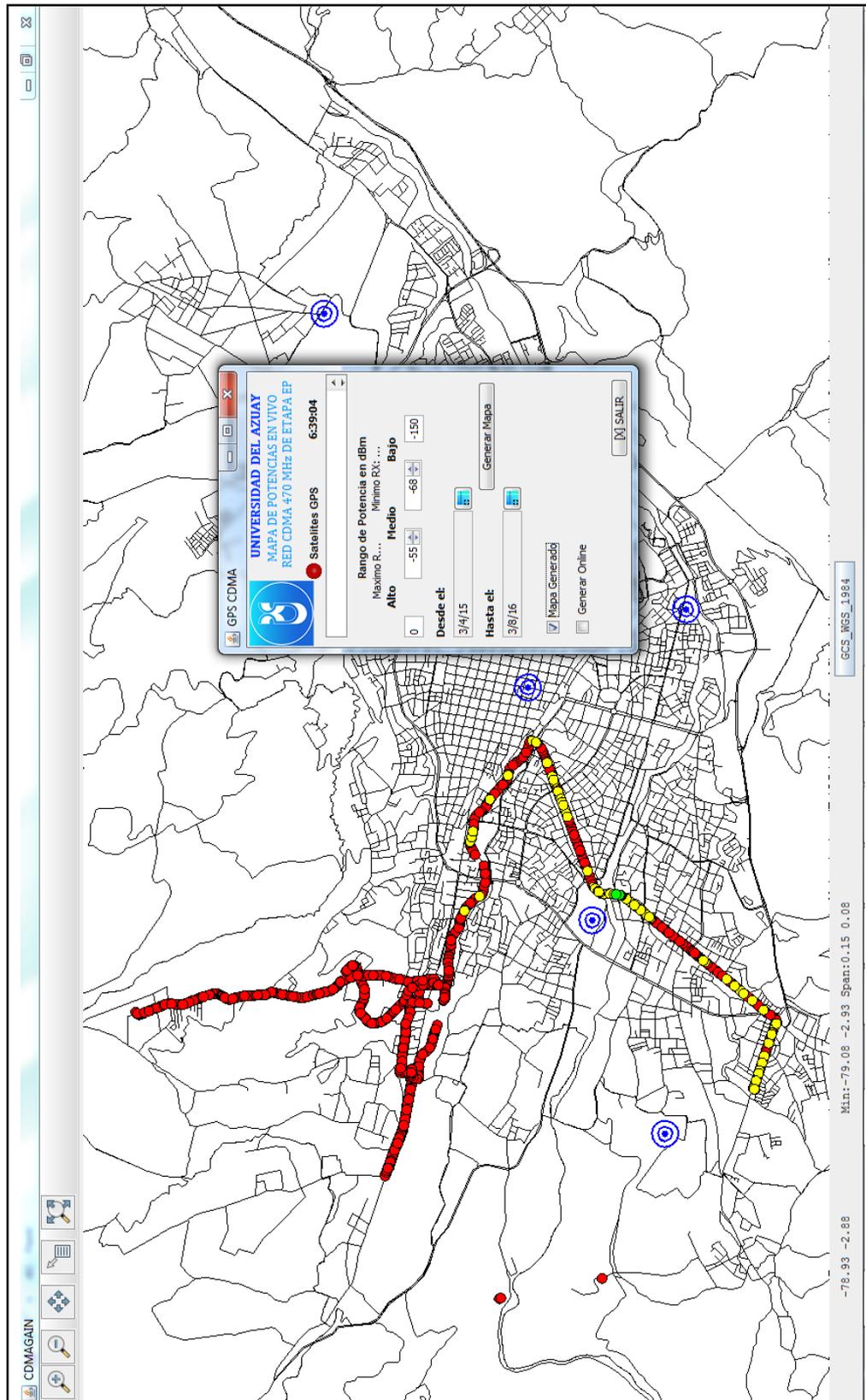


Figura 3.4 Mapa de Potencias (-55, -68)

CONCLUSIONES

- Las librerías de Geotools desarrolladas en Java son una herramienta potencial para trabajos en GIS.

- Se ha determinado acertado el uso de Geotools como una aplicación independiente.

- Qualcomm no es el único fabricante de chips CDMA en el mundo, ya que, el 25 de Junio del 2003 Via Telecom y Qualcom firmaron un acuerdo de licencia el cual permite a Via Telecom desarrollar, fabricar y vender cdmaONE y CDMA2000. <http://www.via-telecom.com/news/news1.jsp>

- Los archivos Log generados por el ETS en realidad son archivos CSV, presumiblemente para la fabricación de Shapes.

- Existe un tercer controlador para los dispositivos CDMA llamado INTF2, según lo deducido en el transcurso de la investigación, es un controlador que permite un nivel de acceso mayor a los equipos CDMA, con este controlador es posible que ya no sea necesario el programa ETS y se pueda lograr una lectura directa de la información al terminal.

- Los controladores CDS4 e INTF0 vienen en el disco de usuario junto con el terminal. Por lo que se puede determinar que existen diferencia para usuario, proveedor de servicio CDMA y fabricante del producto, al tener el acceso a los controladores INTF0, INTF1, e INTF2 respectivamente. Limitando así la gobernabilidad sobre el terminal, según el usuario.

- Se desconoce si el programa ETS es libre o tiene algún costo, la información que se ha encontrado no se puede comentar sin la previa autorización de su fabricante.
- Para esta APP se necesitaron, aparte de las Clases principales mostradas en los Anexos, las Clases: panelAPP, ingresoAPP, relog, coneccionBaseDatos, y la clase Main.

RECOMENDACIONES

- Actualmente la búsqueda del producto de los terminales CDMA y GPS es automática y permanente. Se recomienda incluir un botón para iniciar o detener la búsqueda de puertos para el GPS y de los archivos Log.
- Crear una nueva que guarde permanentemente la información convergida de las tablas CDMA y GPS, que estas no sean permanentes y manejar la información total desde los CSV.
- Los archivos Log luego de ser leídos o de la creación de uno nuevo, deberían eliminarse.
- Se podría optimizar la aplicación con los archivos Shapes permanentes, con CSV variantes y repintando el JMapPane.

BIBLIOGRAFÍA

Albarracín, F. & Velecela M. (2008). Determinación de la cobertura del sistema CDMA 450. (Tesis de Pregrado, Ingeniería Eléctrica, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador). Recuperado del sitio de Internet de la Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/6633>

Alexa. (2016). *The top 500 sites on the web*. Recuperado del sitio de Internet de Alexa: <http://www.alexa.com/topsites/global;0>

ANDINATEL. (2006). Ensayo sobre la historia de las telecomunicaciones en Ecuador. Quito: Conam.

ArqGIS. (s. f.). *Georreferenciación y Sistemas de Coordenadas. Latitud y longitud*. Recuperado del sitio de Internet de ArqGIS Resources: <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000s000000.htm>

Berné, J., Anquela, A., Garrido, N. (2013). GPS: Fundamentos y aplicaciones en geodesia y topografía. España: Tecnilibro.

CDG. (2016). *More Resources. CDMA Statistics. [CDMA450 Deployments]*. Recuperado del sitio de Internet de CDMA Development Group: http://www.cdg.org/resources/cdma_stats.asp

CDG. (2016). *More Resources. CDMA Statistics. [CDMA2000 1X & EV-DO]*. Recuperado del sitio de Internet de CDMA Development Group: http://www.cdg.org/resources/cdma_stats.asp

CDG. 2016. Technology. CDMA2000 Device. Recuperado del sitio de Internet de CDMA Development Group: <http://www.cdg.org/devices/device.asp>

CDG. (2016). *Technology. CDMA450*. Recuperado del sitio de Internet de CDMA Development Group: <http://www.cdg.org/technology/cdma450.asp>

CDG. (2016). *Technology. CDMA450 Advantages*. Recuperado del sitio de Internet de CDMA Development Group: <http://www.cdg.org/technology/cdma450/advantages.asp>

CDG. (2016). *Technology. CDMA2000*. Recuperado del sitio de Internet de CDMA Development Group: <http://www.cdg.org/technology/cdma2000.asp>

CDG. (2016). *Technology. CDMA2000 Advantages*. Recuperado del sitio de Internet de CDMA Development Group: <http://www.cdg.org/technology/cdma2000/advantages.asp>

CDG. (2016). *Technology. CDMA2000 Spectrum*. Recuperado del sitio de Internet de CDMA Development Group: <http://www.cdg.org/technology/cdma2000/spectrum.asp>

CDG. (2016). *Technology, CDMA2000 Technologies*. Recuperado del sitio de Internet de CDMA Development Group: <http://www.cdg.org/technology/cdma2000technologies.asp>

CDG. (2016). *Worldwide. Caribbean - Latin America*. Recuperado del sitio de Internet del CDMA Development Group: <http://www.cdg.org/worldwide/index.asp>

Deitel, P., & Deitel H. (2012) *Cómo programar en Java*. México. Pearson.

Encyclopædia Britannica. (2016). *Gerardus Mercator*. [Imagen]. Recuperado del sitio de Internet de Britannica: <http://www.britannica.com/biography/Gerardus-Mercator>

GeoTools. (2015). *Developers Guide*. Recuperado del sitio de Internet de Geotools: <http://docs.geotools.org/latest/developer>

GeoTools. (2015). *Feature Tutorial, CSV2SHP*. Recuperado del sitio de Internet de GeoTools: <http://docs.geotools.org/latest/userguide/tutorial/feature/csv2shp.html>

GeoTools. (2015). *Map Style Tutorial*. Recuperado del sitio de Internet de GeoTools: <http://docs.geotools.org/latest/userguide/tutorial/map/style.html>

GeoTools. (2015). *Netbeans Quickstart*. Recuperado del sitio de Internet de Geotools: <http://docs.geotools.org/latest/userguide/tutorial/quickstart/netbeans.html>

GeoTools. (2015). *User Guide*. Recuperado del sitio de Internet de Geotools: <http://docs.geotools.org/latest/userguide>

GeoTools. (2016). *GeoTools, the Java GIS toolkit, Toolkit for working with and mapping geospatial data*. Recuperado del sitio de Internet de SourceForge: <https://sourceforge.net/projects/geotools/files/>

GeoTools. (2016). [Geotools-gt2-users] MapContext to JPEG or PNG image? Recuperado del sitio de Internet de Slashdot Media: <https://sourceforge.net/p/geotools/mailman/message/23855316/>

GeoTools. (2016). Shapefile Plugin. Recuperado del sitio de Internet de Slashdot Media: <http://docs.geotools.org/stable/userguide/library/data/shape.html>

GL Communications. (2014). *CDMA 2000 Protocol Analyzer*. Recuperado del sitio de Internet de GL Communications: <http://www.gl.com/cdma2000analyzer.html?gclid=cj0keqjw5ti3brd89adfnb3sxpceiqassnp0n96gozh6tobrqnppdqmxu hpg4iexgh4kaoltgbimaav2q8p8haq>

GPS. (25 nov 2014). GPS Applications. Recuperado del sitio de Internet de GPS: <http://www.gps.gov/applications>

GPS. (2016). *Control Segment*. Recuperado del sitio de Internet de la National Coordination Office for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing: <http://www.gps.gov/systems/gps/control/>

GPS. (2016). *Control Segment Map*. [Imagen]. Recuperado del sitio de Internet de la National Coordination Office for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing: <http://www.gps.gov/multimedia/images/GPS-control-segment-map.pdf>

GPS. (2016). *Space Segment*. Recuperado del sitio de Internet de la National Coordination Office for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing: <http://www.gps.gov/systems/gps/space/>

Graham, A. (11 Mayo 2010). *Información sobre tecnología y telecomunicaciones. Como deben hacerse los Drive Test Perspectiva del cliente o de ingeniero??* Recuperado del sitio de Internet de GPS: <http://www.gps.gov/applications>
<http://telecomjournalelsalvador.blogspot.com/2010/05/como-deben-hacerse-los-drive-test.html>

Ingeniería de Mapas. 2013. Las proyecciones cartográficas. Recuperado del sitio de Internet de Ingeniería de Mapas: <https://ingenieriademapas.wordpress.com/tag/proyeccion-equivalente>.

Kdmfx. (17 mayo 2013). 三星i500,L700写号教程. Recuperado del sitio de Internet de Baidu: <http://wenku.baidu.com/view/2677b7f3c8d376eeaeaa3155.html?from=search>

Kile. (11 enero 2012). 画像処理についてあれこれ. *GeoTools* で指定した地点に丸マークを描画するには、以下のコードを実行します。 . Recuperado del sitio de Internet de Blogger: http://kyle-in-jp.blogspot.it/2012/01/geotools_11.html

Kile. (27 enero 2012). *GeoTools* でラインを描画するには、以下のコードを実行します。 . Recuperado del sitio de Internet de Blogger: <http://kyle-in-jp.blogspot.it/2012/01/>

Kurt, M., Smith, R., Pirelli, L., Van J. (2014). *Mastering Qgis*. Packt Publishing

Leopedrini. (08 de marzo de 2011 15:53:00). *¿Qué es Drive Test (Testing) de RF?* Recuperado del sitio de Internet de telecomHall. <http://www.telecomhall.com/es/que-es-drive-test-testing-de-rf.aspx>

Nagle, T. (2016). *GPS Civil Monitoring Performance Specification*. Recuperado del sitio de Internet de la National Coordination Office for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing: <http://www.gps.gov/technical/ps/2009-civil-monitoring-performance-specification.pdf> pp.9

NMEA. (2016). *NMEA 0183 Standard*. Recuperado del sitio de Internet de la National Marine Electronics Association: http://www.nmea.org/content/nmea_standards/nmea_0183_v_410.asp

Natural Earth. (2016). *Admin 0 – Countries*. [Download countries]. Recuperado del sitio de <http://www.naturalearthdata.com/downloads/50m-cultural-vectors/50m-admin-0-countries-2>

Maurad, V & Vásquez S. (2007). Estudio y diseño de una red de comunicaciones cdma450 para proveer servicio de telefonía a zonas rurales de la provincia de Loja. (Tesis de Pregrado, Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones). UTPL. Loja, Ecuador.

ORACLE. (2015). *NetBeans IDE 8.0.2 Download*. Recuperado del sitio de NetBeans: <https://netbeans.org/downloads/8.0.2>

ORACLE. (2016). *Download MySQL Community Server*. Recuperado del sitio de Internet de MySQL: <http://dev.mysql.com/downloads/mysql/>

ORACLE. (s. f.). *Las 10 razones principales para usar MySQL como base de datos integrada. Informe de MySQL*. [PDF]. Recuperado del sitio de Internet de MySQL: <http://www.mysql.com/content/download/>

ORACLE. (s. f.). *Conozca más sobre la tecnología Java*. Recuperado del sitio de Internet de Java: <https://www.java.com/es/about/>

ORACLE. (s. f.). *Java SE Downloads*. Recuperado del sitio de Internet de ORACLE Technology Network: <http://www.oracle.com/technetwork/es/java/javase/downloads/jdk7-downloads-1880260.html>

Paredes, J. (2013). Diseño de una red inalámbrica con tecnología CDMA450 para proveer servicios de voz y datos en centros educativos ubicados en la parroquia Colonche y sus alrededores. (Tesis de Pregrado, Ingeniería Eléctrica, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador). Recuperado del sitio de Internet de la Universidad de Santa Elena: <http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/1557/1/DISE%C3%91O%20DE%20UNA%20RED%20CON%20TECNOLOGIA%20CDMA%20450.pdf>

Petre M. (2008). *Lenguajes de Programación*. Lenguaje Java. Monografía del Lenguaje. Recuperado del sitio de Internet de Wilo Carpio Cáceres: http://www.wilucha.com.ar/Java/J_Java2008.html

Programcreek. (s. f.). Java Code Examples for org.geotools.map.MapContent. Recuperado del sitio de Internet de Ingeniería de Programcreek: <http://www.programcreek.com/java-api-examples/index.php?api=org.geotools.map.mapcontent>

PROMSA. (Mayo de 2001 - Enero de 2003). *Proyecto AG-CT-011: Sistemas de Información Geográfica para Aplicaciones Agropecuarias en el Ordenamiento de Territorio y Manejo Integral de Cuencas, Información Espacial del Ecuador*. [Limites-ec.zip], [Vias-ec.zip]. Recuperado del sitio de Internet de la Universidad del Azuay: <http://www.uazuay.edu.ec/promsa/ecuador.htm>

QGIS. (s. f.). *Sistema de coordenadas de referencia, Una Ligera Introducción a GIS*. Recuperado del sitio de Internet de QGIS. https://docs.qgis.org/2.8/es/docs/gentle_gis_introduction/coordinate_reference_systems.html

RXTX. (28 June 2013 at 02:25). *Download*. Recuperado del sitio de Internet de RXTX: <http://rxtx.qbang.org/wiki/index.php/Download>

Schildt, H. (2012). *Java 7*. Madrid : Alianza Editorial.

Sven U. (13 mayo 2012). *GPS*. Recuperado del sitio de Internet de Google Drive: https://drive.google.com/folderview?id=0B_8YmDQrr_irYkstWGNYRkZ3UmM&usp=drive_web&ddrp=1#

Svenu. (13 mayo 2012). *Java & GPS Devices*. Recuperado del sitio de Internet de Blogger: <http://u180.blogspot.com>

Tutorialspoint (2014). *Java.io.File Class*. Recuperado del sitio de Internet de Ingeniería de Tutorialspoint: http://www.tutorialspoint.com/java/io/java_io_file.htm

VIA Telecom. (25 junio 2003). *News*. Recuperado del sitio de Internet de VIA Telecom: <http://www.via-telecom.com/news/news1.jsp>

VIA Telecom. (2015). *Profile. A Leader in Mobile Communication Technologies*. Recuperado del sitio de Internet de VIA Telecom: <http://www.via-telecom.com/company/profile.jsp>

VIA Telecom. (2015). *Solution*. Recuperado del sitio de Internet de VIA Telecom: <http://www.via-telecom.com/solution/solution.jsp>

VIA Telecom. (2015). *Support*. Recuperado del sitio de Internet de VIA Telecom: <http://www.via-telecom.com/support/cus.jsp>

Víctor, L. (2011). *Tecnología de voz sobre LTE, un paso hacia el futuro telefónico (IE – 0502 Proyecto Eléctrico)*. Recuperado del sitio de Internet de la Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Eléctrica: http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb2011/pb2011_032.pdf pp.3