



**FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS
ESCUELA DE TECNOLOGÍAS**

Proceso de optimización de una estación base celular de tecnología GSM ubicada en la población de los Mineros en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

**Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos
establecidos para optar por el título de
TECNÓLOGO EN REDES Y TELECOMUNICACIONES**

Profesor Guía
Ing. IVÁN SÁNCHEZ

Autor
FABIÁN ESTEBAN ENRÍQUEZ JARAMILLO

Año
2011

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante Sr. Fabián Esteban Enríquez Jaramillo, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Ing. Iván Sánchez
Profesor Guía

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Fabián Esteban Enríquez Jaramillo

171793030-7

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis Padres por apoyarme para lograr ser un profesional y a mis profesores por impartirme sus conocimientos lo mejor que pudieron, gracias a todos.

DEDICATORIA

Dedico este logro importante a mis padres, hermanos y todas esas personas que siempre me brindaron su apoyo incondicional en todo momento

RESUMEN

En esta tesis se desarrolla el estudio del proceso de optimización de una estación base celular de tecnología GSM ubicada en la población de los Mineros en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas para dar cobertura y beneficiar a la comunidad con comunicación celular.

SUMMARY

This thesis develops the study of the optimization process of a wireless base station of GSM technology located in the Town of Miners in the province of Santo Domingo de los Tsáchilas to cover and benefit the community with cellular communication.

INDICE

CAPÍTULO I	1
1.1 Primera generación	2
1.2 Segunda generación	3
1.3 Generación 2.5	4
1.3.1 HSCSD (High Speed Circuit Switched Data)	4
1.3.2 GPRS (General Packet Radio Service).....	4
1.3.3 EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution)	5
1.3.4 CDMA2000 TM, 1xRTT	5
1.4 Tercera Generación	6
1.4.1 WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access).....	7
1.5 Generación 3.5	7
1.6 Perspectivas y evolución hacia la Cuarta Generación	9
1.7 Tecnología GSM	10
1.7.1 Global System Mobile (GSM)	10
1.8 Nodos de la Red GSM	11
1.8.1 Mobile Station (MS)	12
1.8.2 Base Station Subsystem (BSS)	12
1.8.3 Base Transceiver Station (BTS).....	13
1.8.4 Base station controller (BSC)	13
1.8.5 Transcoding Rate and Adaptation Unit (TRAU).....	14
1.8.6 Mobile Services Switching Center (MSC)	14
1.8.7 Home Location Register (HLR)	14
1.8.8 Visitor Location Register (VLR)	15
1.8.9 Equipment Identity Register (EIR)	15
1.8.10 Interfaz Abis.....	16
1.8.11 Topología Abis	16
1.8.12 Canales Físicos	17
1.8.13 Canales lógicos.....	17
1.8.14 Canales de Control:	18
1.8.15 SCH (Synchronisation Channel)	18
1.8.16 BCCH (BROADCASTCONTROLCHANNEL)	19
1.8.17 BSIC (BASE STATION IDENTIFICATION)	19

1.8.18	LAC (LOCAL AREA CODE)	20
1.8.19	Estados del Mobile Station	20
1.8.20	HANDOVER (HO).....	20
1.8.21	Tipos de Handover.....	21
1.8.22	Tipo de estaciones móviles	23
CAPÍTULO II		25
2.1	Diseño nominal de la estación.....	26
2.1.1	Estrategia de planificación general	26
2.1.2	Áreas de planificación	26
2.2	Descripción de la Opción Contratada	27
2.2.1	Objetivos de cobertura	27
2.2.2	Ubicación	27
2.2.3	Información del propietario/persona de contacto	27
2.2.4	Características del Sitio.....	27
2.3	Tipo de servicio	28
2.4	Vista satelital de la estación.....	28
2.4.1	Coordenadas	28
2.4.2	Vista hacia los objetivos	29
2.5	Croquis de acceso	29
2.6	Fotografías.....	30
2.7	Fotos de objetivos.....	31
2.8	Sustentación técnica de la opción contratada	32
2.8.1	Drive test	32
2.8.1.1	RxlevelSub.....	32
2.8.1.2	FER.....	33
2.8.1.3	CELL ID	34
2.8.1.4	TIMING ADVANCE.....	35
2.9	Parámetros y diseño del sistema radiante.....	36
2.10	Configuración de la estación.....	38
2.11	Predicción de cobertura	39
CAPÍTULO III		40
3.1	Drive test	40
3.2	Detalles de partes.....	41

3.3	Procedimiento para DT	41
3.4	Pantallas a ser revisadas en el DT	42
3.6	Proceso de optimización estación Los Mineros	44
3.7	Parámetros de optimización.....	45
3.8	Recursos de la red	46
3.9	Indicadores para la optimización.....	47
3.9.1	Problemas en la red	47
3.10	Fases del proceso de optimización	48
3.10.1	Identificación de problemas existentes en la red, como:...	48
3.10.2	Análisis de los problemas:	48
3.10.3	Solución de los problemas:.....	48
3.11	Proceso de optimización en campo.....	48
3.12	Parámetros técnicos obtenidos en campo de las opciones elegidas	49
3.13	Indicadores de rendimiento de la red “KPI`s”	50
3.14	Indicadores de rendimiento “KPI`s” a ser medidos....	50
3.15	Informe de ajuste de parámetros “Initial Tuning” del sitio Los Mineros	51
3.16	Presentación de ajuste de parámetros.....	52
3.17	Información de la estación	52
3.18	Verificación de resultados en el drive test.....	53
3.19	Nivel de señal recibido por el móvil “RXLEV SUB”	53
3.20	Tiempo entre la BTS y el móvil “TA” (Time Advance)	54
3.21	Nivel de calidad de la señal “FER” (Frame Error Rate) 55	
3.22	Interferencia co-canal	56
3.23	Interferencia por canales adyacentes.....	56
3.24	Identificación de celdas “CELL ID”.....	56
3.25	Llamadas caídas dentro del sistema “drop call”	58
3.26	Verificación de KPI`S a nivel del sistema.....	59
3.26.1	Estadísticas del sistema	59

3.27	Verificación de objetivos específicos de diseño	59
3.28	Verificación de objetivos específicos de diseño	61
CAPÍTULO IV	63
4.1	Conclusiones	63
4.2	Recomendaciones	64
BIBLIOGRAFÍA	66

CAPÍTULO I

La telefonía celular desde sus inicios a finales de los años 70 ha ido evolucionando dependiendo las necesidades del hombre. Los teléfonos celulares se han convertido en una herramienta primordial para negocios y uso personal.

A sus principios fue concebida estrictamente para voz pero las expectativas del hombre fueron creciendo, hoy se puede brindar otro tipo de servicios como, datos, audio y video.

El medio de transmisión y recepción entre el abonado y la central es inalámbrico, a través de canales de radiofrecuencia el cual permite la comunicación para que pueda cubrir un área determinada con una densidad de usuarios normalmente creciente.

La tecnología celular tuvo gran aceptación y a los pocos años de implantarse se empezó a saturar el servicio, hubo la necesidad de desarrollar e implantar otras formas de acceso múltiple al canal y transformar los sistemas analógicos a digitales, con el objeto de darles a más usuarios un buen servicio.

El nombre de telefonía celular viene de la idea de dividir una zona geográfica, a la que se desea dar servicio, en áreas pequeñas llamadas células o celdas.

La celda o célula es una unidad básica de cobertura en que se divide un sistema celular, una celda se define como el área que cubre un transmisor o una colección de transmisores. El tamaño de las celdas está determinado por la potencia del transmisor y restricciones naturales impuestas por el sector a cubrir.

La forma de las celdas puede ser cualquiera, pero se elige la forma hexagonal para una mejor descripción del sistema, las celdas dentro del área de cobertura se las identifica por un número llamado CGI (Cell Global Identity).

Cuando se definió el sistema de telefonía celular se trató de realizar un sistema que no tuviera las falencias de los sistemas de comunicación móviles vía radio anteriores y fueron evolucionando mejorando notoriamente en su servicio.

La telefonía celular plantea objetivos y estos son:

- **Alta capacidad de servicio:** Capacidad para dar servicio de tráfico a varios miles de usuarios dentro de una zona determinada y con un espectro asignado.
- **Uso eficiente del espectro:** Uso eficiente de un recurso muy limitado como es el espectro de radio asignado al uso público.
- **Adaptabilidad a la densidad de tráfico:** La densidad de tráfico varía en los distintos puntos de un área de servicio, el sistema se tiene que adaptar a estas variaciones.
- **Compatibilidad:** Seguir un estándar, de forma tal de proveer el mismo servicio básico, con las mismas normas de operación a lo largo de todo el país.
- **Facilidad de extensión:** Se trata que un usuario pueda cambiar de área de servicio pasando a una distinta y tener la posibilidad de comunicarse.
- **Calidad de servicio:** Implica seguir niveles estándares de bloqueo y calidad de voz.
- **Accesible al usuario:** Es decir que el costo del servicio pueda ser afrontado por un gran número de personas.

1.1 Primera generación

La 1G de la telefonía móvil hizo su aparición en 1979 y se caracterizó por ser analógica y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces era muy baja, tenían velocidad de (2400 bauds). Basados en las redes celulares con múltiples estaciones de base relativamente cercanas unas de otras, era muy imprecisa ya que contaban con una baja capacidad basados en el protocolo de Acceso Múltiple por División de Frecuencia, lo que limitaba la cantidad de usuarios que el servicio podía ofrecer en forma simultánea ya que los protocolos de asignación de canal estáticos padecen de esta limitación.

Las medidas de seguridad no formaban parte de esta telefonía celular.

La tecnología predominante de esta generación en seguridad era Sistema Avanzado de Telefonía Móvil AMPS utilizada principalmente en el continente Americano, Rusia y Asia.

AMPS y los sistemas telefónicos móviles del mismo tipo dividen el espacio geográfico en una red de celdas, de tal forma que las celdas adyacentes nunca usen las mismas frecuencias, para evitar interferencias. Logra mantener la comunicación activa siempre cuando haya canales disponibles y así alternar entre radio bases en zonas distantes sin perder la conexión.

1.2 Segunda generación

La segunda generación se caracterizó por circuitos digitales de datos conmutados por circuito y la introducción de la telefonía rápida y avanzada a las redes. Usó a su vez acceso múltiple de tiempo dividido (TDMA) para permitir que hasta ocho usuarios utilizaran los canales separados por 200MHz. Los sistemas básicos usaron frecuencias de banda de 900MHz, mientras otros de 1800 y 1900MHz. Nuevas bandas de 850MHz fueron agregadas en forma posterior y el rango de frecuencia utilizado por los sistemas 2G coincidió con algunas de las bandas utilizadas por los sistemas 1G.

Los principales estándares 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. Por lo tanto, los teléfonos móviles que pueden funcionar tanto en Europa como en Estados Unidos se denominan teléfonos de tribanda.
- **CDMA (Acceso múltiple por división de código):** Utiliza una tecnología de espectro ensanchado que permite transmitir una señal de radio a través de un rango de frecuencia amplio.
- **TDMA (Acceso múltiple por división de tiempo):** Emplea una técnica de división de tiempo de los canales de comunicación para aumentar el volumen de los datos que se transmiten simultáneamente. Esta tecnología se usa, principalmente, en el continente americano, Nueva Zelanda y en la región del Pacífico asiático.

1.3 Generación 2.5

La generación 2.5G ofrece características extendidas para ofrecer capacidades adicionales que los sistemas 2G tales como GPRS (General Packet Radio System), HSCSD (High Speed Circuit Switched Data), EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution).

La tecnología más utilizada en la generación de 2.5G es GPRS que provee transferencia de datos a velocidad moderada usando canales TDMA no utilizados en la red GSM. Algunos protocolos, como EDGE para GSM y CDMA2000 1x-RTT para CDMA y su tasa de transferencia de datos supera los 144 kbit/s.

1.3.1 HSCSD (High Speed Circuit Switched Data)

El HSCSD aparece en 1998, y es una mejora de los servicios de datos basados en la conmutación de circuitos de las ya existentes redes GSM. Este estándar nos permite acceder a los servicios de datos 3 veces más rápido, lo que implica que los suscriptores son capaces de enviar y recibir datos de sus computadoras portátiles a una velocidad de hasta 28.8 Kbps e inclusive en algunas redes mejoradas con tasas de hasta 43.2 Kbps.

Esta solución utiliza canales múltiples, con lo cual las tasas de transmisión son más altas. Es decir que en lugar de utilizar un time slot, una estación móvil puede utilizar varios time slots para hacer una conexión de datos. En las implementaciones actuales el número máximo de time slots utilizados es 4, y como cada time slot puede usar ya sea 9.6 Kbps o 14.4 Kbps, obtenemos velocidades de datos de hasta 57.6 Kbps.

HSCSD permite el acceso a la LAN (Local Area Network-Red de Área Local) de la empresa, enviar y recibir correos electrónicos y acceder a Internet mientras el usuario se encuentra en movimiento.

1.3.2 GPRS (General Packet Radio Service)

Aparece en el año de 1999 y es una porción de la especificación GSM que introduce el servicio de conexiones de datos en modo paquete sobre el sistema GSM. El sistema GPRS añade nuevos canales de paquetes y nodos de conmutación dentro del sistema GSM.

En teoría el sistema GPRS proporciona tasas de transmisión de datos alrededor de los 172 Kbps con 8 canales. Otra ventaja del GPRS es que está basado en estándares de redes de datos como Internet (TCP/IP) y X.25.

1.3.3 EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution)

Es una versión evolucionada del sistema global GSM, también conocido como GSM384, que usa la modulación de fase (PM) y la transmisión de paquetes para proporcionar servicios avanzados y de alta velocidad de datos. El sistema EDGE utiliza modulación 8PSK (8 niveles Phase Shift Keying) lo cual permite que un solo símbolo cambie de forma tal que represente 3 bits de información. Esto es 3 veces la cantidad de información que es transferida por una señal modulada mediante 2GMSK (2 niveles de Gaussian Minimum Shift Keying) utilizada en la primera generación del sistema GSM. Esto resulta en una velocidad de transmisión de datos del radiocanal de 604.8 Kbps y una tasa de transmisión de datos teórica a través de la red de 384 Kbps. El sistema de control de transmisión de paquetes avanzado que posee, permite constantemente variar las tasas de transmisión de datos en cualquier dirección entre las estaciones móviles.

1.3.4 CDMA2000 TM, 1xRTT

Este estándar que inclusive se considera de 3G, permite a los operadores evolucionar de sus redes IS-95 para ofrecer los servicios de los sistemas celulares tercera generación. La propuesta original contenía dos fases de evolución distintas: la primera conocida como 1xRTT que usa los mismos canales de 1.25 MHz que usaba IS-95 pero incrementa la capacidad y las tasas de datos hasta 144 Kbps comparado con IS-95. La segunda fase fue conocida como 3xRTT que usa 3 veces el espectro de IS-95, es decir canales de 3.75 MHz. El concepto 3xRTT puede entregar tasas de datos aproximadamente de 2 Mbps, un requerimiento para ser considerada una tecnología de 3G. Sin embargo evoluciones recientes de 1xRTT están ofreciendo tasas cercanas a los 2 Mbps por lo cual 3xRTT puede no ser requerido. En cuanto a el crecimiento del sistema, a mediados del 2003 había un total de 60 redes 1xRTT comerciales ofreciendo el servicio.

1.4 Tercera Generación

La Tercera Generación llega en el año 2001 y se caracteriza por la convergencia de la voz y datos con acceso y transmisión a alta velocidad para los servicios inalámbricos a internet.

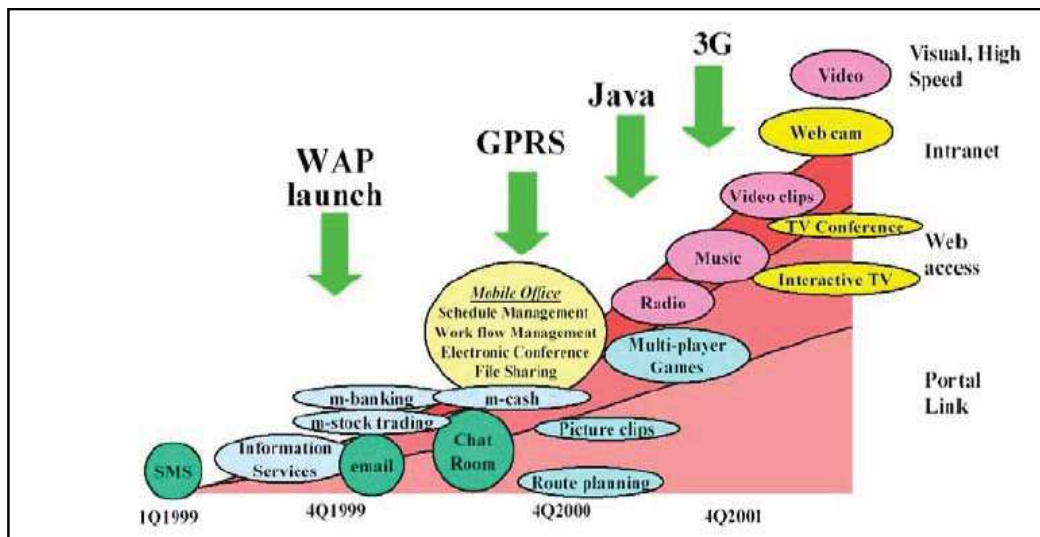
Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan más altas velocidades de información, se alcanzarán velocidades de hasta 384 Kbps permitiendo una movilidad total a usuarios viajando a 120 kilómetros por hora en ambientes exteriores y alcanzará una velocidad máxima de 2 Mbps permitiendo una movilidad limitada a usuarios caminando a menos de 10 kilómetros por hora en ambientes estacionarios de corto alcance o en interiores.

Brindando a todos los usuarios cobertura global internacional entre diferentes operadores (Roaming Internacional)

Los sistemas de tercera generación surgen con el objeto de ofrecer nuevos servicios de telecomunicaciones a los usuarios. El sistema no solo se utilizará para transferencia de información entre usuarios sino también entre dispositivos portátiles que funcionarán a nombre de los usuarios.

A continuación se presenta un gráfico que muestra la forma en que se han ido introduciendo los distintos servicios de voz y datos desde la tecnología 2G hasta lo que es la tecnología 3G.

Figura 1.1 Evolución de los servicios de 2G y 3G



Fuente: www.tems.com

1.4.1 WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access)

Es un sistema celular digital de 3G que utiliza radiocanales que tienen un plan de canales cuyo ancho de banda es de 5 MHz.

WCDMA es la tecnología que se adoptará ampliamente para la interfaz aire de los sistemas de tercera generación. Dentro de 3GPP, WCDMA es llamado UTRA- FDD (Universal Terrestrial Radio Access -Frequency Division Duplex) y UTRA -TDD (Time Division Duplex), el nombre WCDMA será utilizado para cubrir ambos tipos de operación FDD y TDD.

La banda de frecuencias utilizada es de 2 GHz con algunas pequeñas variaciones en algunos países. La diferencia básica entre FDD y TDD es que FDD usa diferentes bandas de frecuencia para el downlink y el uplink, mientras que TDD usa la misma banda de frecuencias para ambos enlaces tanto de subida como de bajada.

El estándar G3 más importante que se usa en Europa se llama UMTS (Sistema universal de telecomunicaciones móviles) y emplea codificación W-CDMA (Acceso múltiple por división de código de banda ancha). La tecnología UMTS usa bandas de 5 MHz para transferir voz y datos con velocidades de datos que van desde los 384 Kbps a los 2 Mbps. El HSDPA (Acceso de alta velocidad del paquete de Downlink) es un protocolo de telefonía móvil de tercera generación, apodado "G3.5", 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.

1.5 Generación 3.5¹

La telefonía móvil 3.5G es una variante del sistema 3G, el que revolucionó la manera en que los teléfonos móviles podían ser usados, alcanzando una gran funcionalidad en sus herramientas así como también en el envío y recepción de datos, primero, entre varios teléfonos celulares, y después desde redes de datos, Internet, terminales electrónicas. Dentro del desarrollo del sistema 3G, se está empezando a consolidar 3.5g como el más efectivo patrón de funcionamiento en la mayoría de teléfonos móviles, teniendo en cuenta su gran

¹ GSM,GPRS AND EDGE PERFORMANCE edited by Timo Halonen, Xavier Romero y Juan Romero. Segunda Edición 2003

funcionalidad así como la facilidad con la que las centrales operadoras pueden aplicarlo y manejarlo, sin necesidad de aplicar técnicas que difícilmente se pueden encontrar en el país donde se presta el servicio.

El sistema 3.5G, también llamado por sus siglas en inglés HSDPA, ofrece tanto a las centrales como usuarios facilidades tales como una mayor velocidad de transmisión que se manifiesta en 1,8 Mbps, que es más o menos 3 o 4 veces más rápida que el formato 3G. A mayor velocidad de transmisión, también las imágenes y los sonidos pueden ser descargados y disfrutados con una mayor calidad, claro, si los equipos se adaptan al sistema, por lo que también nuevos teléfonos móviles han empezado a ser diseñados con este objetivo.

Además de esta velocidad de transmisión, el formato 3.5G permite la visualización de producciones audiovisuales en tiempo real, lo que se puede apreciar con mayor claridad, por ejemplo en la transmisión de programas televisivos para móviles.

Cuadro1.1 Cuadro Comparativo

Estándar	Generación	Banda de frecuencia	Rendimiento
GSM	G2	Permite la transferencia de voz o datos digitales de bajo volumen.	9,6 Kbps
GPRS	G2.5	Permite la transferencia de voz o datos digitales de volumen moderado.	21,4 a 171,2 Kbps
EDGE	G2.75	Permite la transferencia simultánea de voz y datos digitales.	43,2 a 345,6 Kbps
UMTS	G3	Permite la transferencia simultánea de voz y datos digitales	0,144 a 2 Mbps

Fuente: Fabián Enríquez

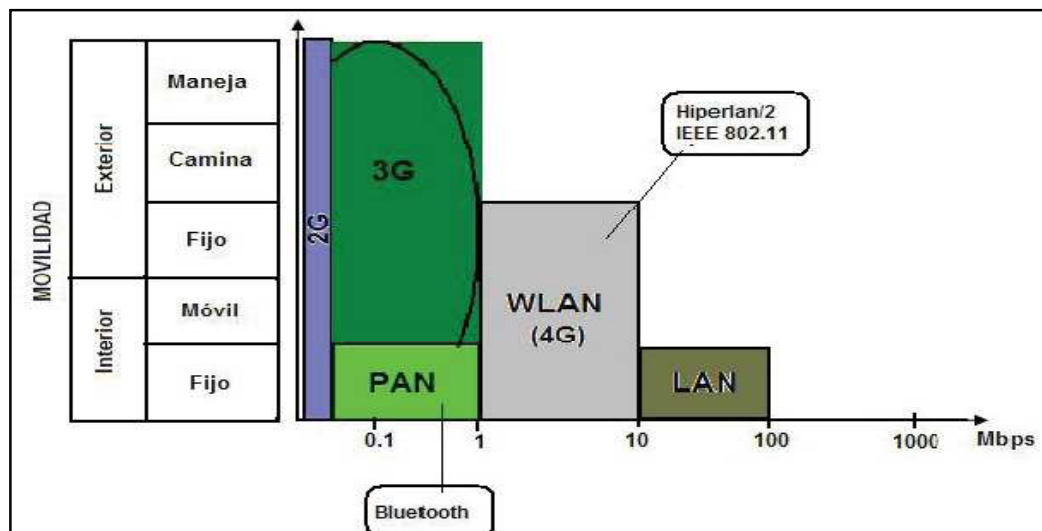
1.6 Perspectivas y evolución hacia la Cuarta Generación

La cuarta generación es un proyecto donde la velocidad será 50 veces más rápida que la de la 3G. Considerando que en 3G la velocidad máxima será de 2 Mbps, la cual no es suficiente para satisfacer los servicios multimedia en tiempo real se espera que para la 4G dichos servicios multimedia al menos alcancen una velocidad de 10 Mbps (semejantes a lo que se ofrece en una red LAN básica e inclusive se piensa en velocidades aún mayores.

Para satisfacer dichas características se requiere contar mínimo con un ancho de banda de 20 MHz por canal, por lo que las tecnologías pertenecientes a esta generación se consideran de banda ancha.

Puesto que la potencia necesaria para el transmisor es directamente proporcional al ancho de banda de la señal, el área de cobertura de una estación base para una red de 4G, es de diámetro reducido.

Figura 1.2 Diagrama comparativo de velocidades



Fuente: Siemens planning guideline

El desarrollo de la 4G y su introducción por parte de los operadores de telefonía celular, dependerá de los siguientes factores:

- El auge de la utilización de Internet a través de medios inalámbricos.

- Proliferación de dispositivos móviles tales como PDA (Personal Digital Assistant) y computadoras personales.
- La disponibilidad de servicios de valor agregado a través del Internet móvil, como por ejemplo las transacciones bursátiles y/o bancarias, reservaciones, compras, etc.
- La oferta de los servicios llamados transparentes donde los dispositivos interactúan entre sí a nombre de los usuarios.

Las tecnologías que pueden ser decisivas en el desarrollo de los sistemas de 4G son:

- El protocolo TCP/IP como parte del transporte probablemente no se usen más números de abonado en la red sino direcciones IP.
- La tecnología de antenas adaptivas e inteligentes para aprovechar la dimensión espacial de los métodos de acceso al medio.

Mi proyecto de tesis habla de la implementación de una estación base GSM todos los parámetros que se deben tomar en cuenta para cumplir con los objetivos que pide el cliente.

Para esto debemos tener un conocimiento de las partes lógicas y físicas que interactúan en el sistema GSM.

Reconocer problemas que se da al momento de realizar pruebas en campo una vez implementada la estación para así realizar un informe final el cual se entregara a nuestro cliente.

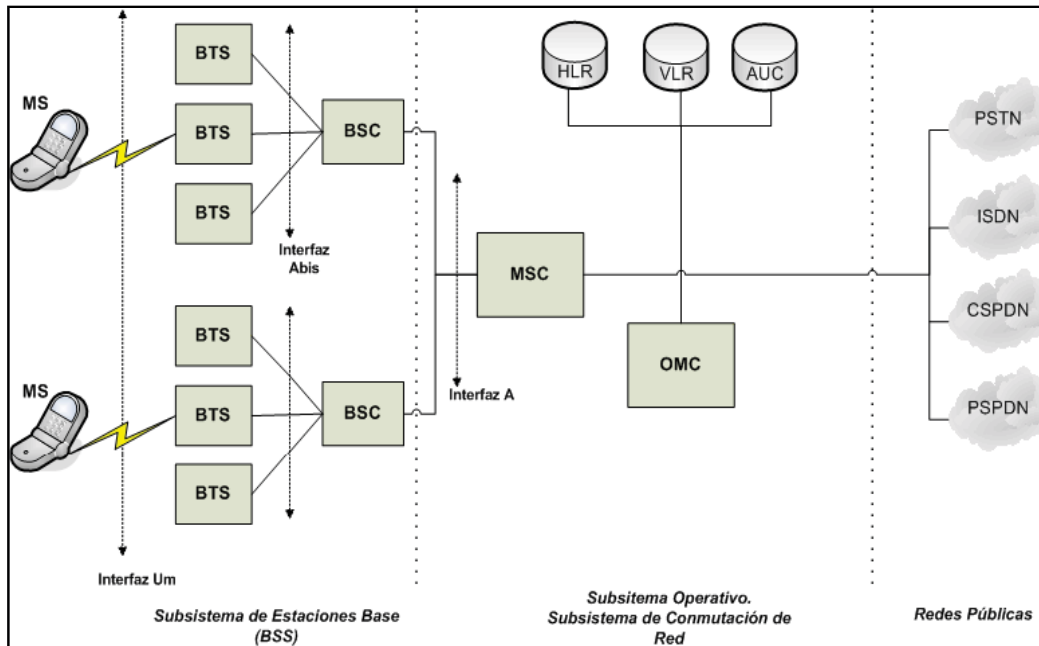
1.7 Tecnología GSM²

1.7.1 Global System Mobile (GSM)

La arquitectura de la red GSM está dividida en tres partes: el sistema de conmutación, el sistema de estaciones base y el sistema de operación y mantenimiento. Cada uno de estos sistemas contiene una serie de unidades en las cuales se realizan diversas funciones que el sistema GSM es capaz de proporcionar.

² Global System for Mobile Communication (GSM) Tera investigation 2009

Figura 1.3 Arquitectura GSM



Fuente: Fabián Enríquez

Las funciones relacionadas con el proceso de llamadas y abonados están implementadas en el sistema de conmutación, mientras que las funciones relacionadas con la radio se concentran en el sistema de estaciones base; todo ello está supervisado por el sistema de operación y mantenimiento.

GSM tuvo mejor acogida por:

- Costos
- Migración a tercera generación
- Facilidad con Sim Card
- Nivel mundial con móvil de cuatro bandas

1.8 Nodos de la Red GSM

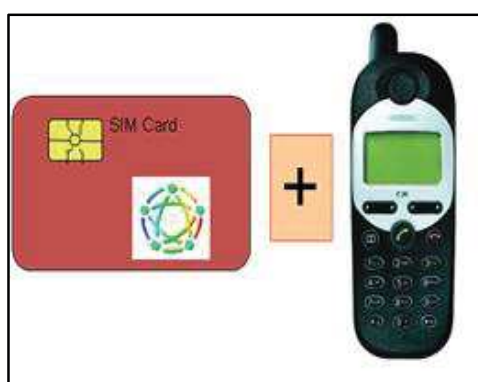
Las funcionalidades de la red GSM se encuentran divididas entre:

1.8.1 Mobile Station (MS)

Es el conjunto de Sim card + Mobile Equipment y es el equipo necesario para que el abonado acceda a la red GSM.

ME es el aparato portátil de telefonía celular, contiene IMEI y SIM CARD es una tarjeta inteligente con memoria, es ingresado en el ME y da una identidad al equipo, el ME no opera sin SIM solo llamadas de emergencia.

Figura 1.4 Elementos de la estación mobile

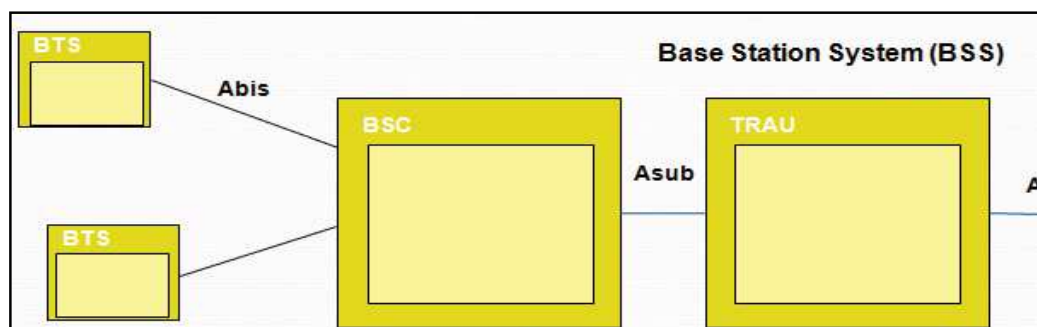


Fuente: www.google.com/graficos/simcard

1.8.2 Base Station Subsystem (BSS)

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

Figura 1.5 Elementos de la BSS



Fuente: Libro Nokia hardware

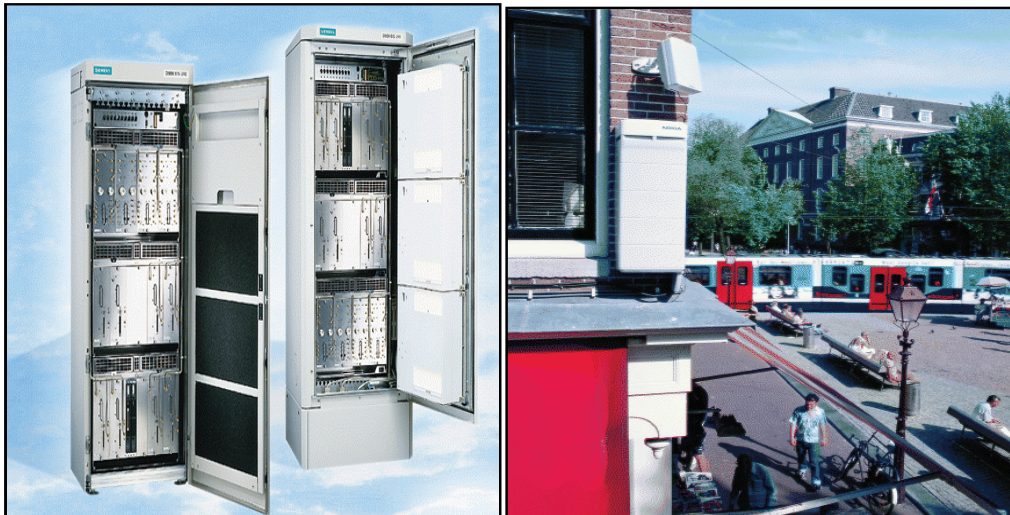
1.8.3 Base Transceiver Station (BTS)

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

Es uno de los más importantes elementos de la red, contiene los TRX (Transceiver) que consisten básicamente de una unidad de baja y alta frecuencia para procesar señales digitales.

Existen indoor, outdoor, micros, minis, macros, pico, dependiendo del fabricante, cada una con un máximo de TRX.

Figura 1.6 BTS



Fuente: www.google.com/bts

1.8.4 Base station controller (BSC)

Base Station Controller controla las BTS y administra los recursos y parámetros de radio, una BSC controla varias BTS y varias TRAU, se dimensiona por el número total de TRX sumados de todas las BTS, es el centro de la BSS, existe una BSC por cada BSS.

La BSC proporciona:

- Administración de recursos, canales y base de datos
- Procesamiento de mediciones de radio

- Comunicación con O&M
- Controla el subsistema
- Realiza todas las conexiones de tráfico hacia la BTS

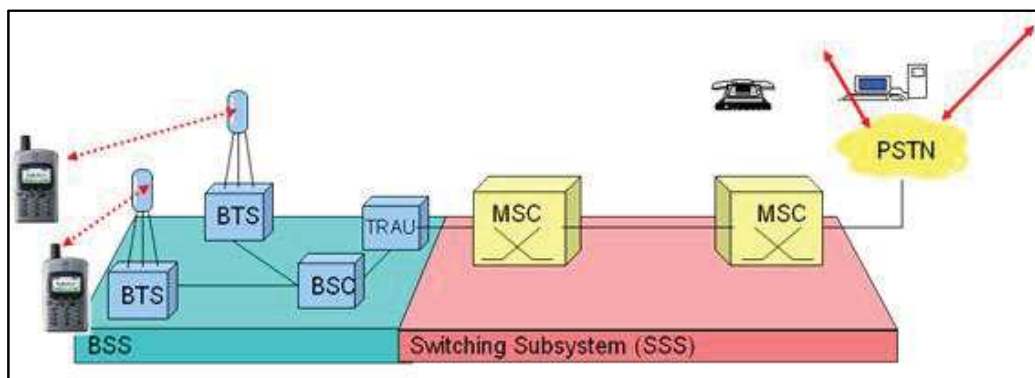
1.8.5 Transcoding Rate and Adaptation Unit (TRAU)

Transcoding Rate and Adaptation Unit está localizado entre la BSC y la MSC, este comprime o descomprime la voz entre el MS y la MSC y lo puede hacer entre 64 Kbps a 16 Kbps (HR y FR), este no se usa para conexiones de datos.

1.8.6 Mobile Services Switching Center (MSC)

Central de conmutación y control, responsable por las funciones de conmutación y señalización para las estaciones móviles localizadas en un área geográfica determinada, la diferencia con una central fija es la movilidad de los abonados, es encargado de encaminar todas las llamadas de voz y datos para la BSS, otra MSC u otras redes externas.

Figura 1.7 Esquema de acceso a la red



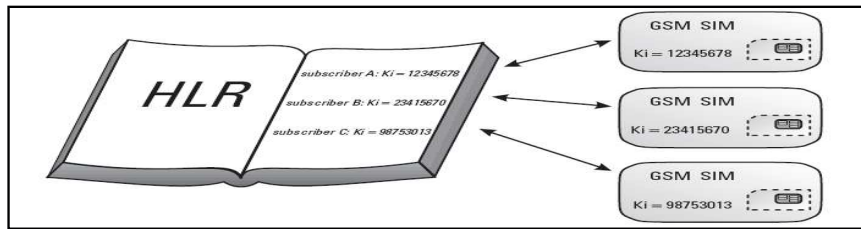
Fuente: Gsm optimización

1.8.7 Home Location Register (HLR)

Home Location Register es un banco de datos donde los abonados son creados, borrados y colocados en stand by por el operado de la red.

Maneja el parámetro Ki el cual es parte de la seguridad del móvil nunca se transmite en ningún interfaz y solo lo conoce el HLR y la SIM. El AUC está integrado como parte del HLR y nos da la autenticación de los abonados.

Figura 1.8 Elementos del HLR



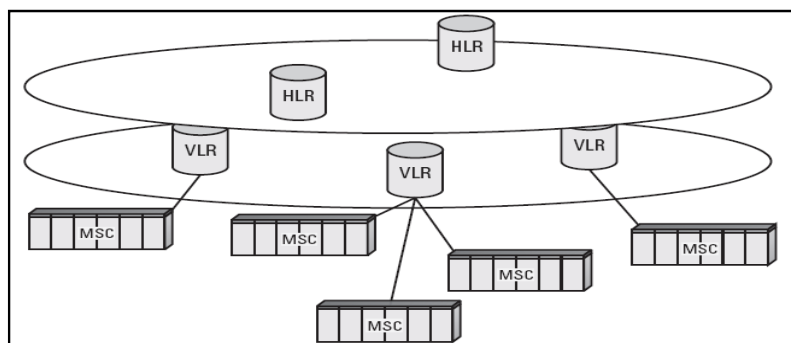
Fuente: Gsm optimización

1.8.8 Visitor Location Register (VLR)

Visitor Location Register contiene la base de datos temporal de los abonados similar al HLR y se encuentra en la MSC, cuando el abonado se mueve a otra área de servicio el nuevo VLR hace una requisición de los datos del abonado al HLR.

El HLR no maneja al abonado en el área donde se encuentra sino el VLR que está asignado a la MSC de servicio.

Figura 1.9 VLR



Fuente: Gsm optimización

1.8.9 Equipment Identity Register (EIR)

Es un banco de datos que almacena los IMEI de todos los ME registrados en la red, los cuales están dentro de una de las siguientes listas:

- White list: permite libre funcionamiento del IMEI.
- Black list: IMEI registrados como robados, dañados o extraviados.
- Grey list: IMEI en observación.

1.8.10 Interfaz Abis

El interfaz Abis es el encargado de unir a la BTS con la BSC, la mayoría de interface Abis son propietarios lo que significa variaciones en la capa 2 entre fabricantes, la consecuencia es que una BTS de fabricante A no puede ser usada con una BSC de fabricante B.

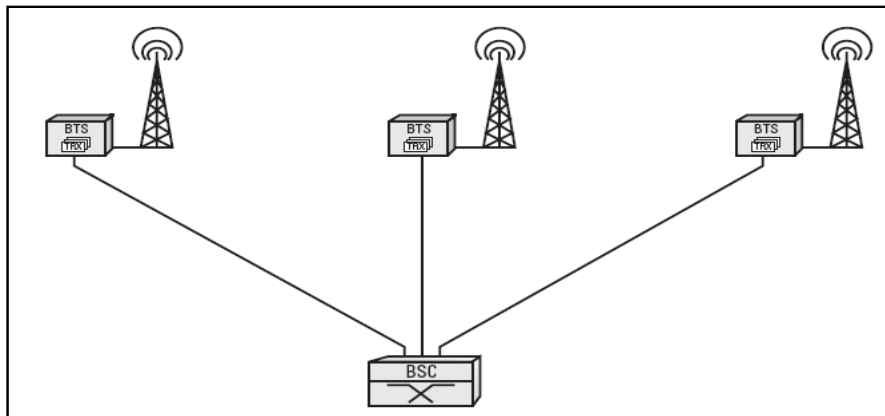
La velocidad de trasmisión es 2.048 Mbps la cual es particionada en 32 canales de 64 Kbps cada uno, la técnica de compresión que usa GSM es que empaqueta hasta 8 canales de tráfico GSM dentro de un sencillo canal de 64 Kbps.

Este interfaz soporta canales de tráfico a 64 Kbps llevando datos o voz del usuario y canales de señalización BSC – BTS a 16 Kbps.

1.8.11 Topología Abis

Configuración Estrella: Alto costo por enlace y si falla un enlace se pierde la BTS.

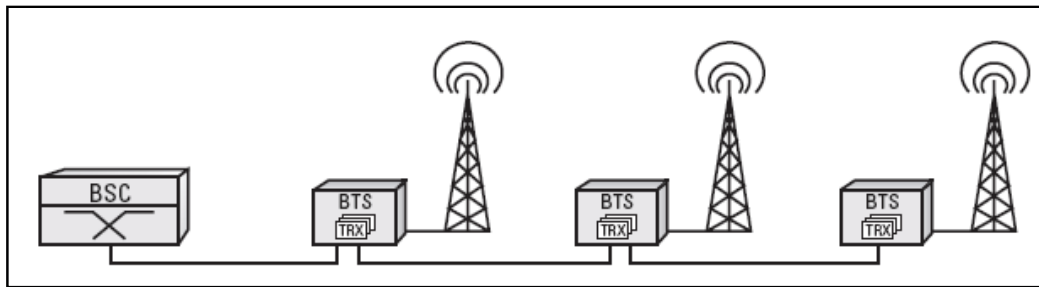
Figura 1.10 Topología estrella



Fuente: Documento Nokia siemens

Configuración Cadena: Ahorro de enlaces pero la desventaja es que una sola falla en el enlace resulta con la pérdida total de conexión con un determinado número de BTS.

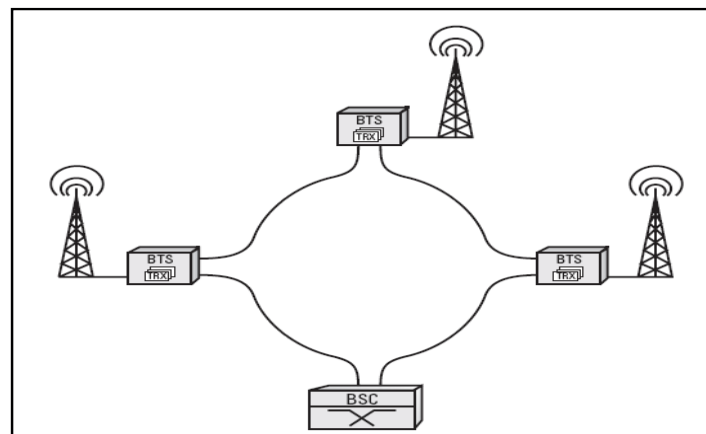
Figura 1.11 Topología de cadena



Fuente: Documento Nokia siemens

Configuración en Anillo: La ventaja es que si falla un enlace no afecta al resto de BTS y es económico.

Figura 1.12 Topología de anillo



Fuente: Documento Nokia siemens

1.8.12 Canales Físicos

El canal físico es el medio sobre el cual la información es llevada, esta información son los canales lógicos.

Los canales físicos son todos los TS de la BTS y pueden ser FR (Full Rate) que es un canal codificado a 13 Kbps, también puede ser HR (Half Rate) que soporta 7 Kbps.

1.8.13 Canales lógicos

Los canales lógicos se dividen en canales de tráfico y de control:

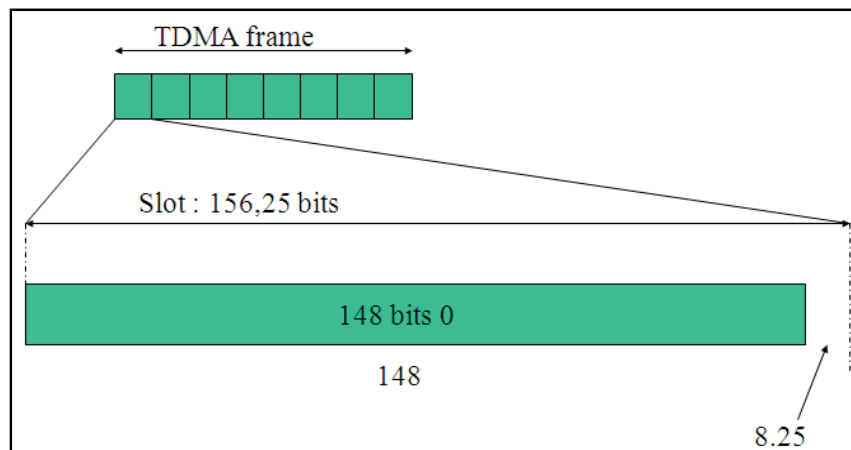
- **Canales de Tráfico:** Estos canales son para voz estos pueden ser HR o FR, mientras que para datos pueden obtener diferentes velocidades.

1.8.14 Canales de Control:

FCCH (FREQUENCY CORRECTION CHANNEL)

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

Figura 1.13 Canal de Downlink

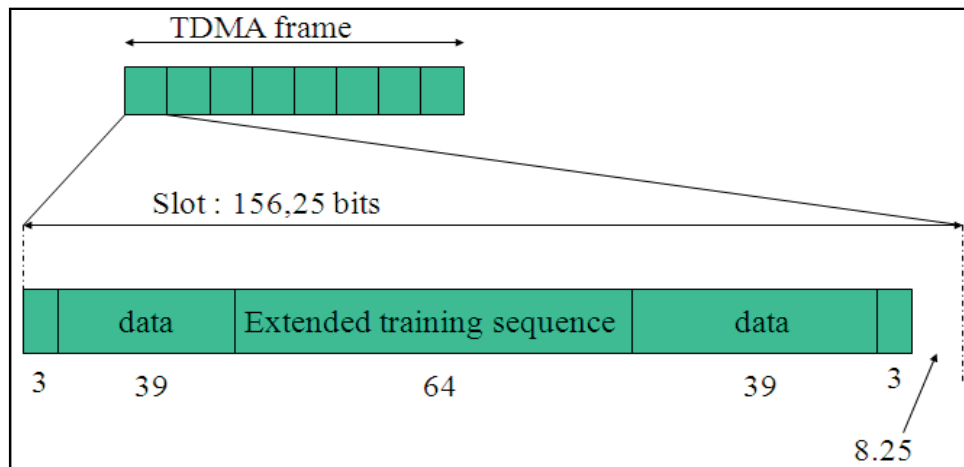


Fuente: Libro Siemens Geran

1.8.15 SCH (Synchronisation Channel)

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

Figura 1.14 Elementos para la sincronización de canal de downlink



Fuente: Libro Siemens Geran

1.8.16 BCCH (BROADCASTCONTROLCHANNEL)

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

- Reglas de acceso de la celda.
- LAC, CI
- Parámetros RACH para las reglas de random access.
- Información de BTS vecinas.

1.8.17 BSIC (BASE STATION IDENTIFICATION)

Este es un número que identificara a un sector, es decir si damos la frecuencia BCCH y el BSIC sabremos identificar a un sector dado.

Se planifica mirando que los sectores que rehúsan un mismo BCCH no tengan un mismo BSIC en las cercanías, el número de combinaciones es lo suficientemente grande para fallar en esta asignación.

CID es Cell Identity, este es un número que se asignará a cada sector de la red, el mismo deberá ser distinto en toda la red, se compone de 5 números y va desde 00000 hasta 65535.

1.8.18 LAC (LOCAL AREA CODE)

Es un código numérico que identifica a una determinada área. Esta área contiene varios sitios a los cuales se les realizará un proceso denominada Location Update, que afecta a todos los MS de la red inmersos en esta área.

El proceso de Location Update se realiza:

- En idle Mode.
- Después de la terminación de una llamada.
- Cuando se realiza el cambio de LAC.
- Se enciende el MS.
- Este proceso trae sobrecarga a la red.
- Se planifica un Lac por cada BSC.

1.8.19 Estados del Mobile Station

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

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

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

- HO
- Conversación
- Llamada de emergencia

1.8.20 HANDOVER (HO)

El handover es un proceso en el cual el MS es asignado otro canal de tráfico mientras está involucrado en una conexión de voz. No es necesario que la BTS sea distinta.

Es la característica de movilidad de un red inalámbrica, es decir la opción de poder pasar de una estación a otra sin perder la llamada y la BSC es quien decide si se realiza o no el HO.

El proceso de Handover se da cuando el MS esta en llamada, el mismo proceso en modo IDLE se denomina selección o reelección.

Figura 1.15 Handover entre dos celdas



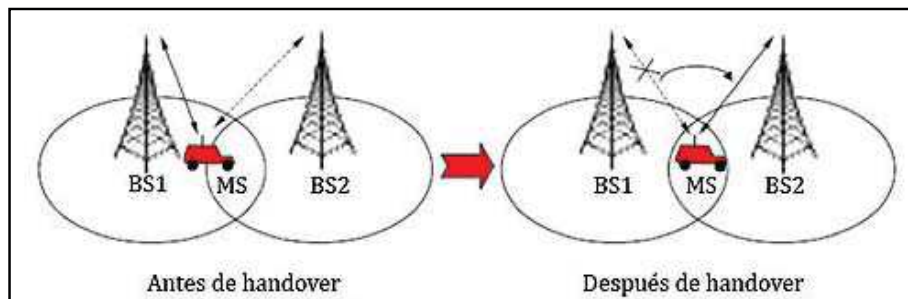
Fuente: Guia Nemo outdoor

1.8.21 Tipos de Handover

Hard-Handover: El móvil está conectado a su estación base origen. Durante el proceso de Handover, se desconecta de ésta y durante un tiempo no está conectado a ninguna otra BS. Mediante este procedimiento, se usa por lo tanto, un solo canal. De éste modo la conexión con la BS original se corta antes de realizar la nueva conexión a la nueva BS.

El móvil normalmente sólo se puede transmitir en una frecuencia a la vez, la conexión debe romperse antes de que pueda pasar al nuevo canal donde la conexión se restablece. Aunque suele haber una pausa en la transmisión, esto es normalmente lo suficientemente corto como para no ser notado por el usuario.

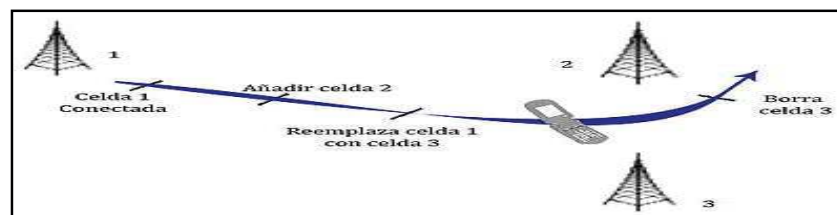
Figura 1.16 Handover



Fuente: Guia Nemo outdoor

Soft-Handover: Durante el proceso de traspaso el móvil estará conectado mediante un canal a la BS origen y mediante otro canal a la BS destino. Durante dicho proceso, la transmisión se realiza en paralelo por los dos canales, es decir, no se produce interrupción del enlace. Con dicho sistema se asegura una conexión con la estación base de la nueva celda antes de cortar con la conexión antigua. Éste es el sistema que proporciona mucha fiabilidad, a pesar de tener, por el contrario, una difícil implementación.

Figura 1.17 Soft handover



Fuente: Guia Nemo outdoor

Sin-Handover: En el caso de que no se realice handover, no se realiza traspaso entre BSs. Simplemente el MS establece una nueva llamada al salir del área de cobertura de la BS. Ello presenta una gran ventaja, la de poseer un procedimiento mucho más simple, lo que con lleva, por otro lado necesita una gran velocidad de establecimiento de llamada.

Intra-Cell Handover: En un sistema normal, con varias redes. Sólo se realiza intra-cell handover cuando la calidad de conexión de un canal físico que ha sido medido por la misma BS está por encima del nivel deseado. Intra-cell handover puede realizar un cambio de slot en la misma frecuencia, un cambio de frecuencia o un cambio de frecuencia y tiempo simultaneo.

Inter-Cell Handover: Este es el tipo de handover más simple. Será necesario cuando la señal de la conexión de un canal físico sea baja. Para evaluar la calidad de la conexión, el móvil constantemente transmite los valores de las medidas RXLev (nivel recibido medido por el teléfono) y las RXQual (el radio del error de bit determinado) a la BS. Si la BS quiere entregar el teléfono a otro canal, lo que necesita es informar al teléfono sobre el número del nuevo canal y

su nueva configuración. El teléfono cambia directamente al nuevo canal y puede mantener ambas configuraciones para la sincronización de la BS. El proceso de Intra cell handover es posible realizarlo entre diferentes bandas de GSM.

1.8.22 Tipo de estaciones móviles

Cobertura: 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.

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

Calidad: Es un factor de especial atención desde el punto de vista de los operadores, pues es conveniente lograr la rentabilidad de sus negocios paralelamente a la satisfacción de sus clientes, al dimensionar óptimamente las redes con la adecuada relación costo/beneficio, reducir los costos de operación y mantenimiento, utilizar eficientemente el espectro radioeléctrico, y disponer de mecanismos que permitan mejorar la operación del sistema de acuerdo con los nuevos avances tecnológicos que surjan.

Figura 1.18 Torre de telecomunicaciones



Fuente: Documento Nokia siemens BTS

CAPÍTULO II

La optimización consiste en el seguimiento, verificación y mejora del rendimiento del sistema. Una red celular cubre una gran área por lo que existen parámetros que intervienen son variables y tienen que estar en continuo seguimiento y corrección.

Esto significa que el proceso de optimización debe ser continuo, para aumentar la eficiencia de la red con la idea de mejorar tanto el alcance en cobertura como el desempeño de la misma.

Hay dos puntos que se debe tener en cuenta para optimizar la red:

Desde el punto de vista de los clientes

- Se hacen pruebas diversas y al notar vulnerabilidad en diferentes zonas se realizan diversos cambios para eliminarlos. También se toman en cuenta reclamos que reciban de los clientes para verificar la zona y realizar los cambios respectivos.

Desde el punto de vista del operador

- Muchas veces el operador realiza cambios en los parámetros de la red porque se dan cuenta que de esa manera el funcionamiento va a ser mejor también se pueden hacer cambios que hagan que los recursos sean mejor explotados.

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

- La modificación de los parámetros de configuración de la red: potencia de transmisión, listas de vecinas, parámetros de control de los handovers.
- La introducción de nuevos elementos de red: amplificadores de torre, antenas inteligentes, sincronización de la red.

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

De acuerdo al grado de madurez de la red y al área de acción, las acciones a ejecutar y los parámetros a medir son diferentes. En la Optimización de red se intenta adecuar el trinomio "cobertura-capacidad-calidad" mediante acciones con repercusión en zonas amplias; tales como: la definición de planes globales de frecuencias, la adecuación de parámetros radio generales o la adopción de facilidades básicas como el control de potencia o la transmisión discontinua. Para evaluar la efectividad de estas medidas se monitorea los parámetros globales de funcionamiento de la red.

2.1 Diseño nominal de la estación

2.1.1 Estrategia de planificación general

Basándose en el análisis de Definición de Objetivos de Cobertura, el cual es responsabilidad del cliente, el cual ha desarrollado el diseño nominal de la estación Los Mineros, identificando los puntos sensibles del área a cubrir definida por el cliente, tales como accesos, perfil del terreno en el área establecida, tipo de Clutter, posibles obstáculos en el área desde el punto de vista de RF, normatividad del área y principalmente el objetivo de cobertura.

2.1.2 Áreas de planificación

Se necesita dar cobertura indoor en la población de Los Mineros y los alrededores de dicha población como son las granjas de palma y ganaderías las cuales están dentro de los objetivos mandatorios y necesarios.

Con la implementación de la estación Los Mineros se pretende brindar cobertura GSM dentro de las viviendas en los alrededores del sitio en un rango

de 4 Km y en la parroquia de Los Mineros en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

2.2 Descripción de la Opción Contratada

2.2.1 Objetivos de cobertura

Mandatorios:

- 1.- Cobertura indoor en la población de San Jacinto del Búa.
- 2.- Cobertura indoor en los alrededores de la población, granjas de palma, ganaderías, en un rango de 4 Km a la redonda.

2.2.2 Ubicación

Dirección:	Avenida La Flecha y Bellavista esquina (sin número).
Cantón:	Santo Domingo
Provincia:	Santo Domingo de los Tsáchilas.
Latitud (WGS84):	0° 8' 34.1 " S
Longitud (WGS84):	79° 23' 36.0 " W
A.S.N.M.:	278 metros.

2.2.3 Información del propietario/persona de contacto

Nombre:	Sr. Holmes Cresencio Paredes Veloz
Teléfono	086854179

2.2.4 Características del Sitio

Distancia de vía principal a sitio aprox: 60 mts.
Distancia de tendido eléctrico aprox: 60 mts.
Dimensión del Terreno contratado: 10 m x 15 m.
Tipo de suelo: Terreno.

2.3 Tipo de servicio

La red deberá ofrecer servicios de voz en las correspondientes áreas para teléfonos móviles GSM 850/1900 MHz

Cuadro 2.1 Niveles de señal

	$X \geq -75$ dBm	Urbano Denso (indoor)
	-75 dBm $> x \geq -79$ dBm	Urbano (indoor)
	-79 dBm $> x \geq -84$ dBm	Suburbano (indoor)
	-84 dBm $> x \geq -89$ dBm	Carretera(incar) & Rural (indoor)
	-89 dBm $> x \geq -95$ dBm	Rural (outdoor)

Fuente: Fabián Enríquez

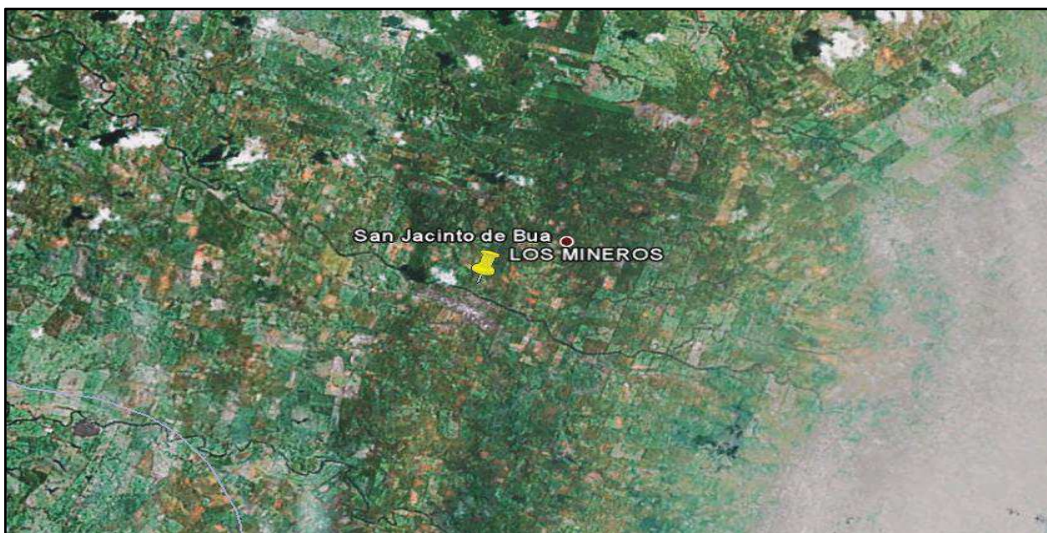
2.4 Vista satelital de la estación

2.4.1 Coordenadas

Latitud: 0° 8' 34.1 " S

Longitud: 79° 23' 36.0 " W

Figura 2.1 Vista superior de la estación Los mineros



Fuente: Google earth

2.4.2 Vista hacia los objetivos

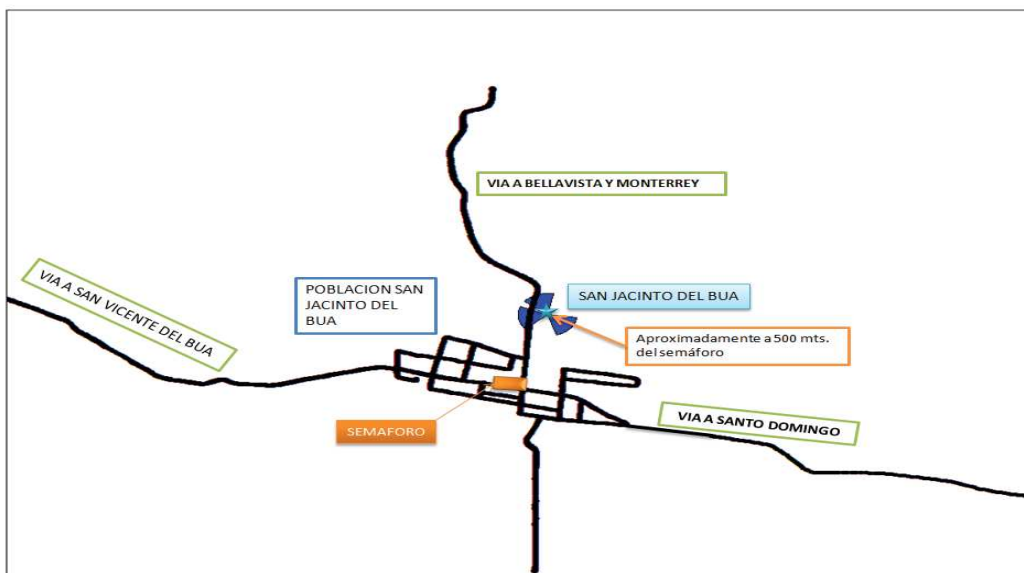
Figura 2.2 Vista hacia los sitios importantes



Fuente: Google earth

2.5 Croquis de acceso

Figura 2.3 Croquis de acceso al sitio



Fuente: Fabián Enríquez

2.6 Fotografías

Figura 2.4 Espacio de terreno disponible para equipos y torre



Fuente: Fabián Enríquez

Figura 2.5 Acceso a terreno para la RBS



Fuente: Fabián Enríquez

2.7 Fotos de objetivos

Figura 2.5 Sector 1 (Azimut 340 °)



Fuente: Fabián Enríquez

Figura 2.6 Sector 2 (Azimut 130 °)



Fuente: Fabián Enríquez

Figura 2.7 Sector 3 (Azimut 260 °)



Fuente: Fabián Enríquez

2.8 Sustentación técnica de la opción contratada

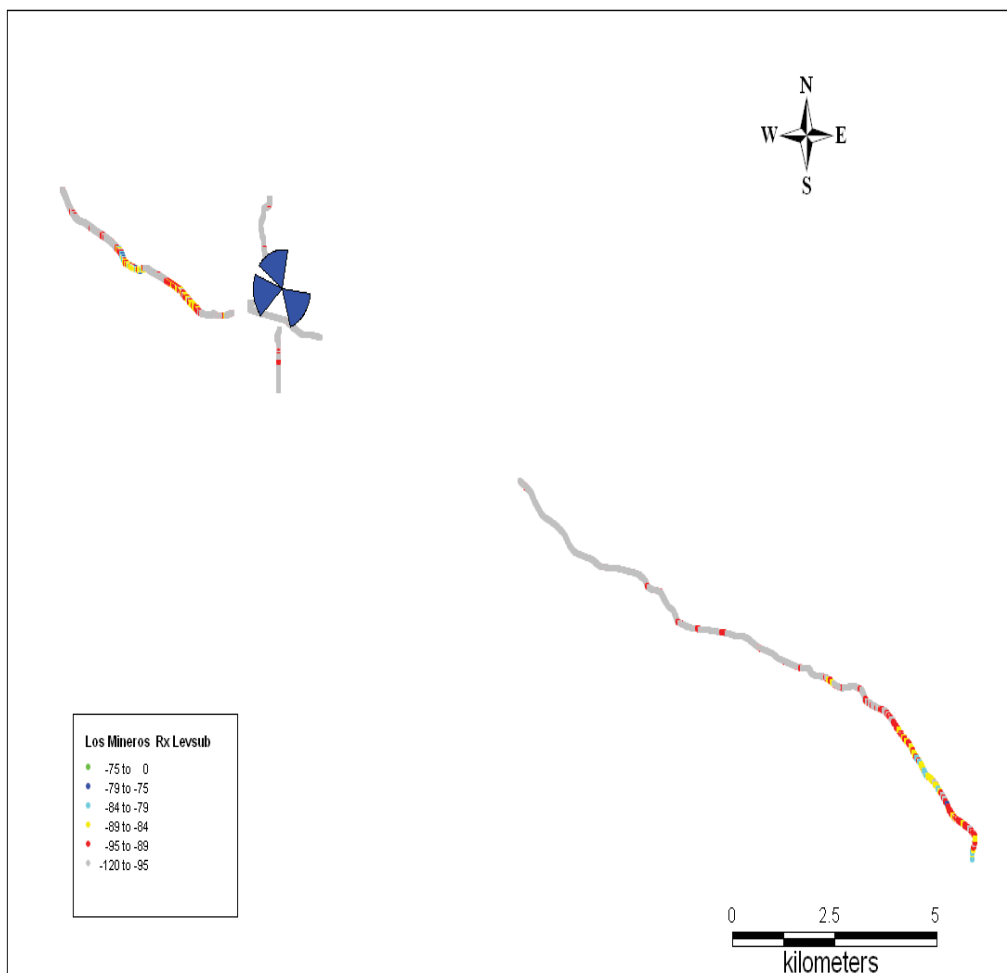
2.8.1 Drive test

Se presentan los resultados de drive test antes de la implementación del sitio Los Mineros en la ruta que identifica los barrios, puntos de interés y objetivos.

2.8.1.1 RxlevelSub

Los niveles de señal obtenidos pueden ser observados. En azul se aprecia la futura estación Los Mineros.

Figura 2.8 Ruta del Drive Test y niveles de señal obtenidos

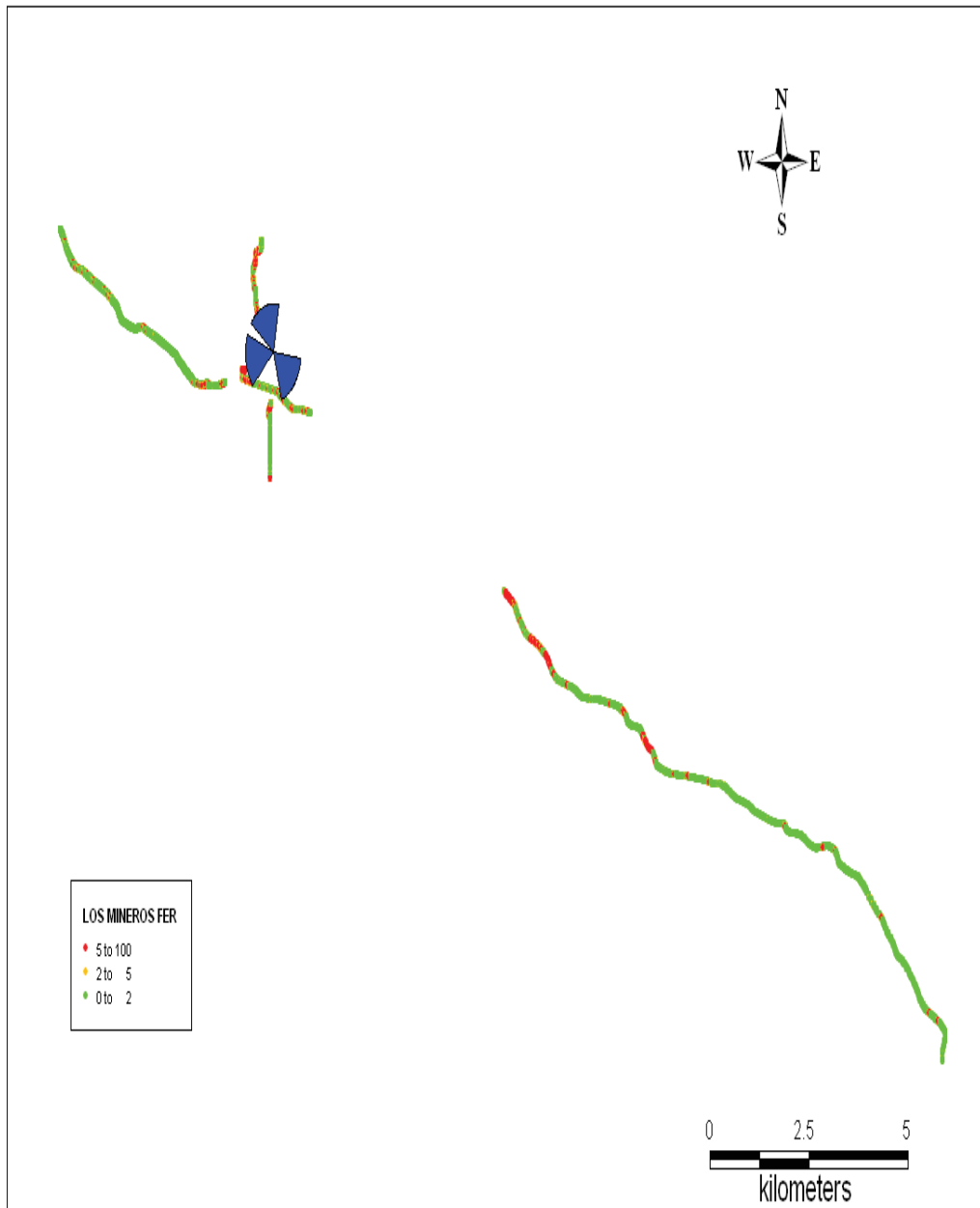


Fuente: Fabián Enríquez

2.8.1.2 FER

La medida del FER a lo largo de la ruta de drive test puede ser observada. En azul se aprecia la futura estación Los Mineros.

Figura 2.9 Distribución del FER

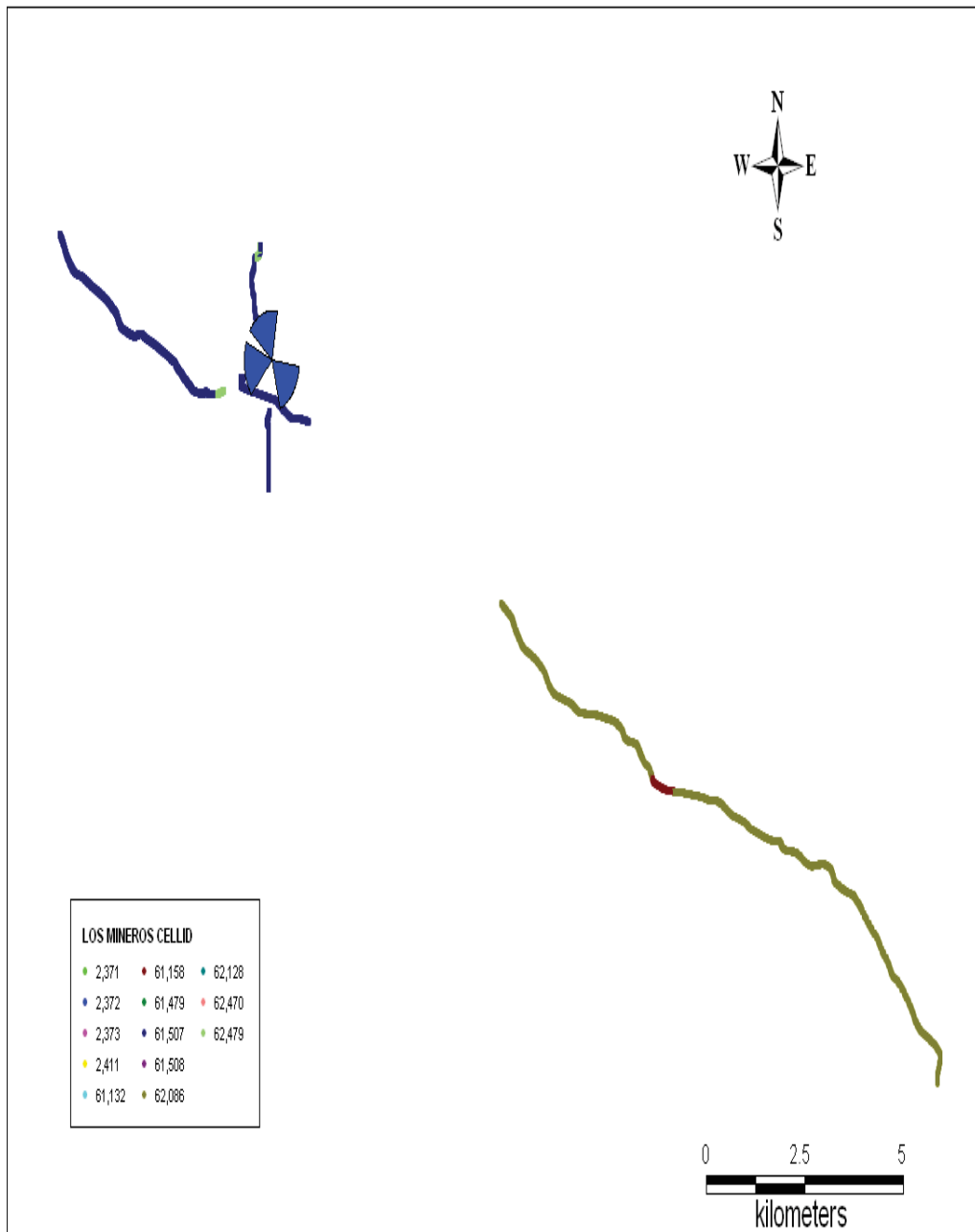


Fuente: Fabián Enríquez

2.8.1.3 CELL ID

La distribución de Cell ID a lo largo de la ruta de drive test puede ser observada. En azul se aprecia la futura estación Los Mineros.

Figura 2.10 Distribución del Cell Id

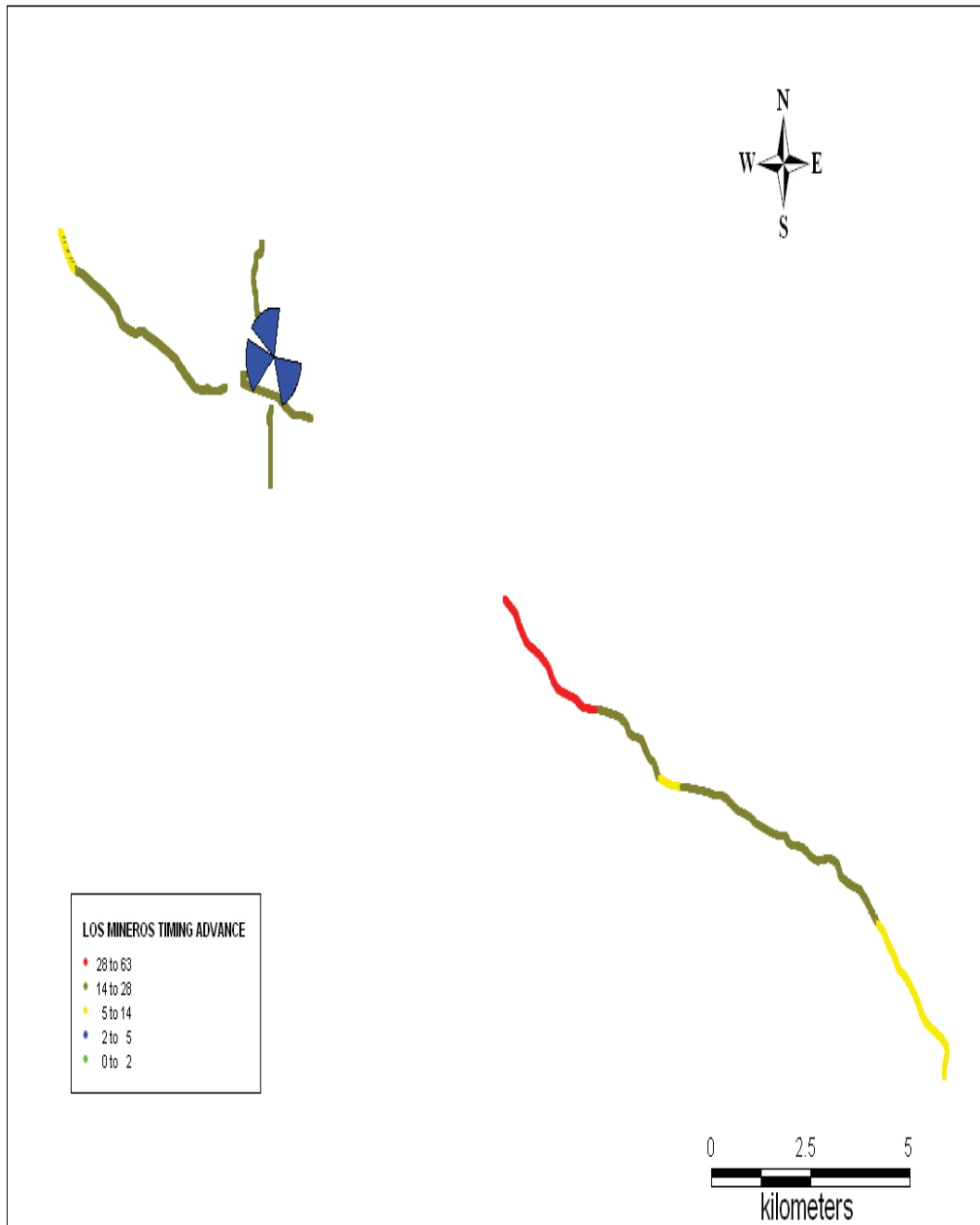


Fuente: Fabián Enríquez

2.8.1.4 TIMING ADVANCE

La medida del Timing Advance a lo largo de la ruta de drive test puede ser observada. En azul se aprecia la futura estación Los Mineros.

Figura 2.11 Distribución del Timing Advance



Fuente: Fabián Enríquez

2.9 Parámetros y diseño del sistema radiante

Para la implementación de la estación Los Mineros se a diseño un sistema radiante de 3 sectores que tienen un azimut sector 1 (340 °), sector 2 (130 °) y sector 3 (260°) hacia cada uno de los objetivos.

Antena a utilizar:

Modelo: ODP-065R18BV

Marca: Comba

Ganancia: 17 dBi

Dimensiones: 2615 x 265 x 141

Peso: 25kg

Banda: Dual Band 806-960 MHz y 1710-2170 MHz

Tilt eléctrico: 0-8

Apertura del lóbulo frontal: 65 °

Después de realizado el análisis se a tomado la decisión de hacer uso de dicha antena ya que para poder cumplir con los objetivos se necesita que tenga la mayor ganancia y que trabaje en la banda de 806-896 MHz.

Figura 2.12 Antenas



Fuente: Fabián Enríquez

Figura 2.13 Tilt eléctrico



Fuente: Fabián Enríquez

Figura 2.14 Tilt mecánico



Fuente: Fabián Enríquez

2.10 Configuración de la estación

Luego del análisis realizado por el cliente para el cumplimiento de los objetivos que deberá desempeñar la estación se recomienda:

Figura 2.15 Información técnica

INFORMACION TECNICA

LOS MINEROS

Nombre: LOS MINEROS **Sigla:**

Ubicación:

Latitud (WGS84) : 0° 8' 34.1" S
Longitud (WGS84): 79° 23' 36.0" W
ASNM : 278 m

Población/Cantón: SANTO DOMINGO **Provincia:** STO. DOMINGO DE LOS TSACHILAS
Dirección: Avenida La Flecha y Bellavista esquina (sin número).

Tipo de Estación: Macro GSM O/I/M: OUTDOOR
 E_Micro GSM BS82

Configuración: Omnidireccional **Número de Sectores** 3
 Sectorizada

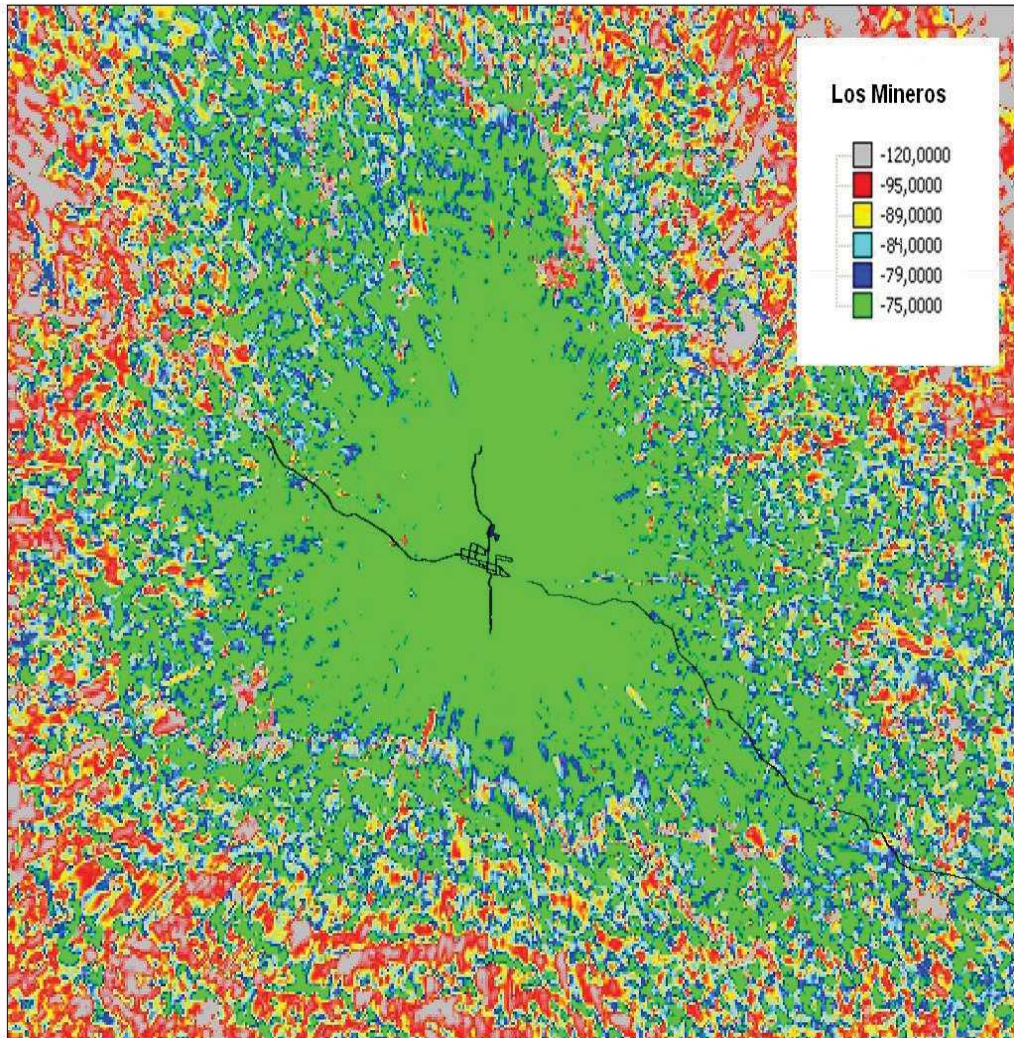
Sector #	1	2	3
Tipo de Antena: (modelo #)	ODP-065R188V	ODP-065R188V	ODP-065R188V
Ganancia de Antena (dBi)	17.0	17.0	17.0
Ancho de Lóbulo	65	65	65
Altura de la antena (m) (a la parte baja de la antena)	60	60	60
Azimut: (°)	340	130	260
Banda de Frec: 850/1900	850	850	850
BCCCH			
EIRP: (número)			
Tilt Mecánico:	1	1	1
Tilt Eléctrico:	1	1	1
Tipo de Cable: (diámetro)			
Longitud del Cable (m)			
Tipo de Combinador:			
Tamaño de la Antena: (LxAxA) (m)	2615 x 265 x 141	2615 x 265 x 141	2615 x 265 x 141
Peso de la Antena	25 Kg	25 Kg	25 Kg

Responsable: _____

Fuente: Fabián Enríquez

2.11 Predicción de cobertura

Figura 2.16 Cobertura de la estación



Fuente: Fabián Enríquez

Después del diseño de la Información técnica incluyendo los valores de kilt eléctrico, mecánico y azimuth realizamos una simulación de cobertura y podemos observar que vamos a cumplir los objetivos.

Existen grandes áreas de vegetación y edificaciones las cuales son las principales atenuadores de señal. En este sentido se podría esperar que la cobertura real de la estación sea menos a la demostrada.

CAPÍTULO III

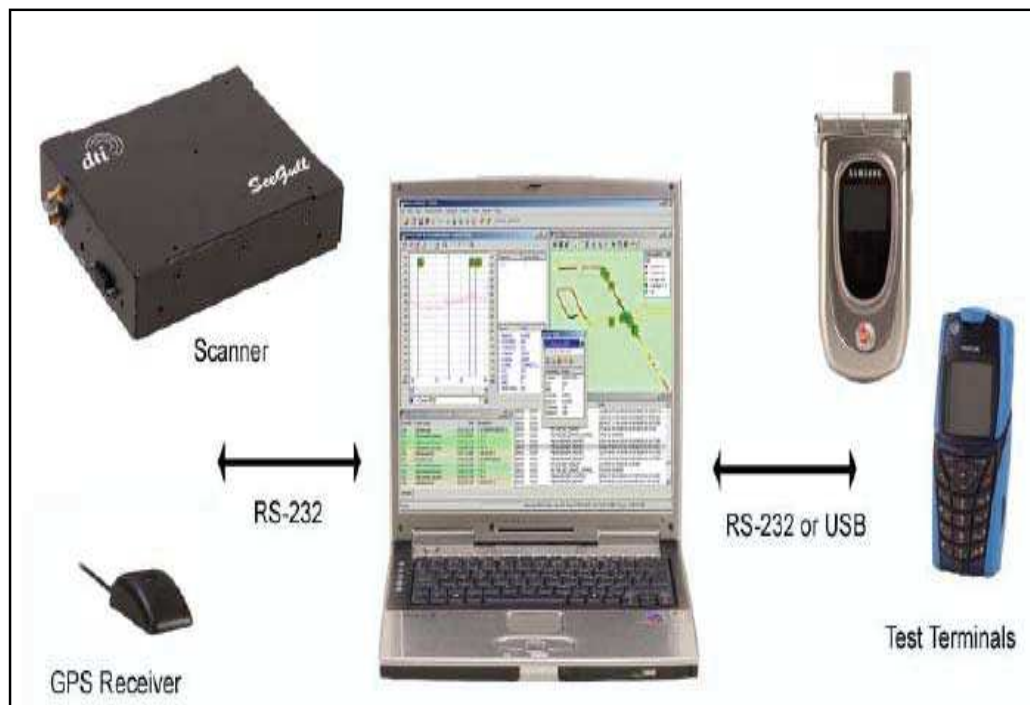
3.1 Drive test

El proceso de Drive Test (DT) es un recorrido en un vehículo con un equipo de recolección de datos el cual almacenará una gran cantidad de información para luego ser procesada por un software denominado de post procesamiento el mismo que nos da reportes y muchos más elementos para que el ingeniero que se encuentre analizándolos sepa interpretarlos y emitir criterios para solucionar o mejorar el nivel de rendimiento de una red GSM.

Existen equipos de DT de varios modelos como son Nitro, Nemo, Tems, Huawei, Qualitest, Comarco, etc. Y Todos usaran una Laptop, scanners, móviles, antenas, gps y cables.

El esquema general de un equipo de DT se basa de los siguientes elementos

Figura 3.1 Equipo de Drive Test



Fuente: Curso Gsm optimización y Drive Test

3.2 Detalles de partes

- **Laptop:** este equipo requiere ser muy rápido en su procesamiento de datos, tener una gran capacidad de disco y una memoria RAM alta para poder cargar mapas y plots sin problemas, puertos USB, batería en buen estado, de preferencia sin Windows vista.
- **Scanner:** como su nombre lo indica es un scanner que realiza el barrido de una banda de frecuencia determinada de una cierta tecnología en un tiempo dado, puede ser por ejemplo GSM 850 1900, CDMA 800, además para GSM puede ser digital (decodificación de BSIC para cada BCCH) o analógico (solo medición de BCCH).
- **GPS:** se encargará de recolectar las coordenadas de todos los puntos del DT para poder adjudicarle a cada una la información correspondiente como puede ser RXLEV, FER, TA, RXQUAL.
- **Móviles:** estos pueden ser de varias tecnologías y marcas las mismas que serán soportadas por el equipo de DT e instalados un software de ingeniería y drivers propietarios del equipo e DT, este será el encargado de recolectar toda la información de una llamada, un proceso de datos o un proceso de modo idle entre la BTS y el móvil es decir el interface AIRE. En muchas ocasiones estos están dentro de una caja de aislamiento con antenas externas o en soportes vehiculares.
- **Cables:** no deben estar muy estirados ni completamente doblados pueden ocasionar ruptura o pérdida de comunicación momentánea entre los equipos.
- **Antenas Externas:** por lo general de ganancia cero, si poseen ganancia hay que disminuir esta en el software de recolección de datos, suelen conectarse al scanner y móviles.
- **Hub USB:** por lo general se considera un hub cuando los puertos USB de la Laptop no son suficientes para todos los equipos conectados.

3.3 Procedimiento para DT

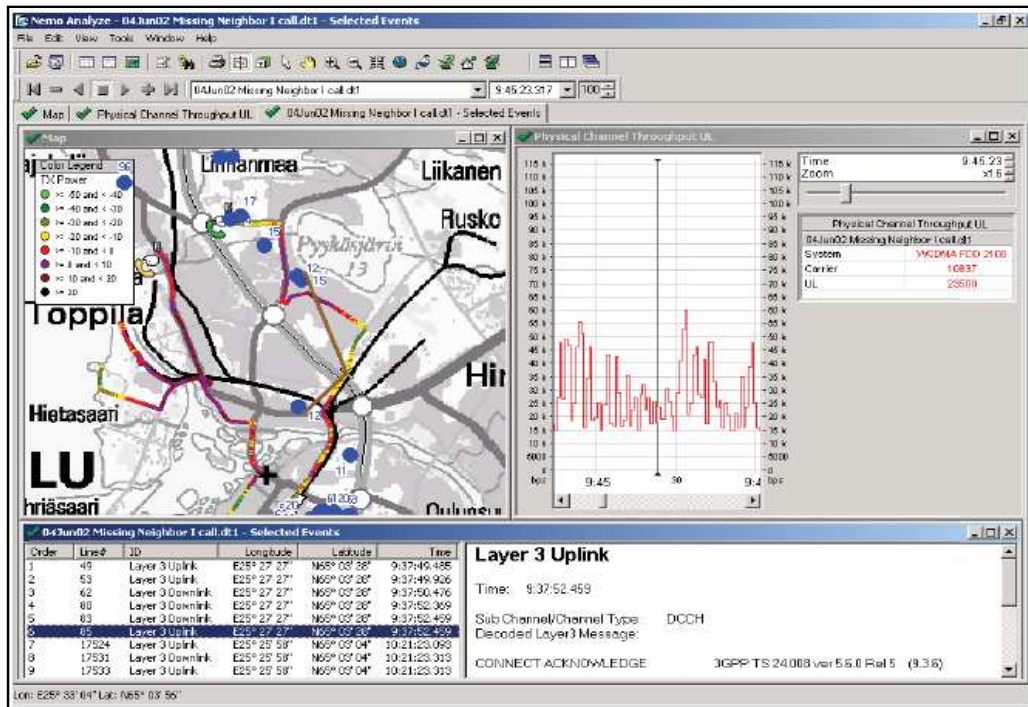
- Una vez que se encuentre conectado el equipo de DT se inicia a realizar la recolección de los datos, existen dos modalidades usadas para realizar DT.

- 1.- tratar de realizar el DT evitando pasar muchas veces sobre la misma calle es decir no repetir la ruta o sobre escribir la misma varias veces.
- 2.- colocar en pausa la recolección cuando ya se ha pasado por una ruta determinada.
- Es necesario realizar una ruta previa para el DT o en su caso delimitar la zona donde se realizará la evaluación.
- Cuando se realiza el DT en ciudad primero escoger las avenidas largas en un sentido, luego en otro sentido para posteriormente ir tejiendo las zonas que se han creado con las avenidas largas.
- Los archivos que serán gravados no deberán ser mayores a los 8 Mbytes ya que si se almacenan archivos de mayor tamaño y estos se pierden por desconexión o falla del equipo la repetición de la ruta será mayor.

3.4 Pantallas a ser revisadas en el DT

- Pantalla de GPS la cual nos mostrara si el GPS está detenido o funcionando, deberá indicarnos las coordenadas y altura detectadas por el GPS en un punto determinado, existen muchos equipos que en un túnel o estacionamientos subterráneos pierden sus datos, mientras que otros tienen un sistema de predicción.
- Pantalla de Datos, en esta podemos mirar los datos del móvil que posee en ese momento como por ejemplo BCCH, BSIC, FER, RXLEV, RXQUAL, TA, MSTXPWR que nos indicaran el performance de una comunicación entre el móvil y la radio base.

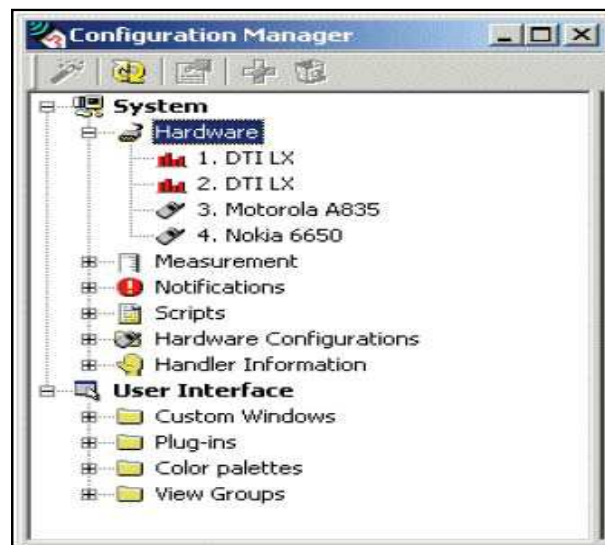
Figura 3.2 Pantallas de mediciones



Fuente: Software Nemo outdoor

Pantalla de configuración de dispositivos, la que nos indicará el estado de todos los dispositivos conectados

Figura 3.3 Dispositivos conectados



Fuente: Software Nemo Outdoor

3.6 Proceso de optimización estación Los Mineros

La optimización celular se puede definir como el proceso iterativo de búsqueda del óptimo conjunto de las cuatro "C": aumentar la capacidad, disminuir el costo, aumentar la cobertura y aumentar la calidad, que caracterizan a una red de radio frecuencia.

La optimización es un proceso continuo de medida y ajuste de la interfaz radio, con el objetivo de garantizar la prestación del servicio en condiciones óptimas de calidad, capacidad y cobertura, y con un costo razonable.

Busca, entonces, el mejor compromiso en cada momento entre los distintos factores, ya que no es posible optimizar simultáneamente todos los parámetros y según el momento en que se encuentre la red, será necesario optimizar en mayor medida unos u otros.

La optimización de cualquier red móvil es mucho más sencilla y mucho más eficiente si inicialmente se parte de una red que está bien planificada. Un dimensionamiento inicial, pobre, repercutirá en tener dificultades para conseguir los objetivos tecnológicos y económicos a largo plazo.

Tradicionalmente, el proceso de optimización se sitúa dentro del proceso de desarrollo de la red, después de los procesos de planificación y construcción, y comienza a ejecutarse tan pronto entra en servicio una nueva estación base.

El equilibrio más eficaz entre los factores a optimizar, varía con el estado de evolución de la red. Así, al principio del despliegue, se valora con más peso a la cobertura. En una etapa de consolidación posterior, es la capacidad la que empieza a adquirir más importancia, y es en el periodo de madurez de la red donde la calidad en la comunicación se exige en todos sus aspectos.

La optimización debe adaptarse a esta circunstancia, y en función de ella, pueden distinguirse tres áreas de acción, secuenciales en el tiempo, denominadas optimización de red, optimización de célula y optimización de cliente. En función del grado de madurez de la red y del área de acción, son diferentes las acciones a llevar a cabo y los parámetros a medir.

El proceso de planeación comprende tres áreas:

- Cobertura
- Capacidad
- Calidad

Estas tres áreas son las que se utilizan en el proceso de optimización, considerando que: el sitio ya está seleccionado, la localización de las antenas es fija, los usuarios se mueven, y existe un crecimiento continuo de la red.

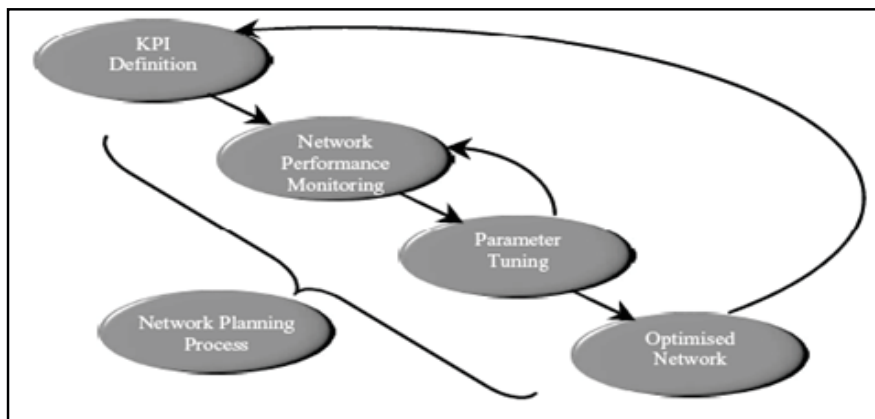
Debido a estos criterios el proceso de optimización cada vez se hace más complejo con el pasar del tiempo.

Luego de que la red está en operación, su rendimiento es monitoreado por los indicadores de rendimiento KPI's (Key Performance Indicators), los mismos que serán modificados por cambios físicos o lógicos.

Los cambios físicos son los parámetros que se modifican manualmente y directo en la antena, como el cambio del Tilt, azimut o altura de la antena y los cambios lógicos son parámetros que se modifican a nivel del canal de control de transmisión "BCCH" (Broadcast Control Channel), radio transceivers "TRX".

La optimización puede ser considerada como un proceso distinto o como una parte de la planeación.

Figura 3.4 Proceso de optimización



Fuente: Curso Gsm optimización y Drive Test

3.7 Parámetros de optimización

El enfoque principal de la optimización de la red está sobre áreas como: el control de potencia, la calidad, handovers, el tráfico abonado y la disponibilidad de recursos.

Los pasos en general para una optimización son los siguientes:

- Recolección de datos y verificación
- Análisis de datos
- Ajuste de parámetros y Hardware
- Confirmación de los resultados de optimización
- Reporte

El propósito de la optimización es incrementar la utilización de los recursos de red y solucionar los problemas potenciales y existentes en la misma, identificando soluciones para futuros procesos de planeaciones de red “network planning”.

Figura 3.5 Proceso de planeación



Fuente: Fabián Enríquez

3.8 Recursos de la red

Debido a la movilidad de los subscriptores y la complejidad de la propagación de la onda de radio, la mayoría de los problemas de red son causados por el incremento de subscriptores y por cambio de ambientes. Una vez identificado los problemas en la red, los casos en los cuales se tiene que realizar una optimización son los siguientes:

- En redes nuevas o expansiones en redes existentes.
- Cuando la calidad de red es degradada seriamente y existen reclamaciones de abonados.
- Cuando un evento ocurre repentinamente y degrada la red.
- Cuando el número de subscriptores aumenta y perjudica la red.

Las principales entradas o indicadores para la realización de la optimización son:

- Quejas de los clientes
- Estadísticas de tráfico
- Drive test

Figura 3.6 Principales elementos para la optimización



Fuente: Curso Gsm optimización y Drive test

3.9 Indicadores para la optimización

3.9.1 Problemas en la red

Los problemas comunes que se presentan en la red son:

- Problemas con el Hardware.
- Problemas con la interferencia de frecuencias.
- Problemas de cobertura.
- Problemas de relaciones de Hand-over.

Estos problemas deben ser resueltos en el proceso de optimización, esperando así, resultados favorables como:

- Accesos fáciles.
- Buena calidad (FER).
- Menos caída de llamadas.
- Menos roaming y problemas de facturación.
- Buenas noticias de la MSC.

3.10 Fases del proceso de optimización

Las fases principales dentro del proceso de optimización son los siguientes:

3.10.1 Identificación de problemas existentes en la red, como:

- Reclamaciones de clientes
- Base de datos del sitio (Frecuencias planificadas, frecuencias vecinas, longitud, latitud, altura, azimut, Tilt mecánico, Tilt eléctrico, etc.)
- Drive Test
- Revisión de alarmas
- Datos estadísticos

3.10.2 Análisis de los problemas:

- Análisis de estadísticas
- Análisis del proceso de flujo de una llamada
- Análisis del Drive Test
- Análisis de alarmas

3.10.3 Solución de los problemas:

- Descubrimiento de problemas
- Mejorar la cobertura
- Ajustar la configuración de los radio transceivers "TRX"
- Ajustar el sistema antenas
- Relación de vecinas
- Cambio de parámetros

Este es el proceso que se debería seguir, según experiencias de la empresa de telefonía celular, para mejorar el rendimiento y calidad de la red implantada.

3.11 Proceso de optimización en campo

La optimización es un proceso que nos ayuda al mejoramiento del rendimiento de la red y a corregir errores realizados en el proceso de planeación, errores

causados por la imprecisión de los modelos de propagación utilizados o por causas humanas al momento del diseño.

Como en todo proceso, es necesario contar con personal especializado en ciertas áreas para el desarrollo del mismo, por esta razón, dentro del proceso de optimización deben existir miembros del Proyecto de Optimización, así como son:

- Gerente del proyecto
- Ingenieros de análisis de estadísticas
- Ingenieros de RF para plan de frecuencias
- Ingenieros de Drive Test
- Antenistas

Este será el equipo de trabajo que tiene que identificar, cada uno en sus áreas, los problemas encontrados en la red y dará soluciones a los mismos.

En cuanto a las herramientas y equipo necesario, utilizadas en campo por los miembros de proyecto son las siguientes:

- Equipo de Drive Test
- Teléfonos celulares en modo de ingeniería
- Vehículo de prueba
- Software de post procesamiento
- Herramienta de predicción
- Equipo de seguridad
- Brújula
- Inclinómetro
- Cámara de fotos
- GPS

3.12 Parámetros técnicos obtenidos en campo de las opciones elegidas

Los parámetros técnicos que se miden en campo, nos sirven para identificar las características de los equipos que se utilizara en la implementación de la estación Los Mineros.

Estos datos son obtenidos por los sectores que con la ayuda del software Nemo Outdoor, recepta los niveles de señal de la BTS y nos permite saber los parámetros a medir en el sitio, como son los siguientes:

- **Números de sectores:** Es la cantidad de antenas sectoriales de cobertura celular que se utilizaran para poder brindar señal celular.
- **Azimet:** Indica la orientación en la que debemos fijar cada antena sectorial para cubrir una área determinada y generar cobertura. Este ángulo se mide desde el norte geográfico en sentido de las agujas del reloj.
- **Tilt o ángulo de elevación:** El ángulo de elevación nos indica la inclinación que debemos dar a la antena con respecto al plano vertical para orientarla hacia nuestro punto de objetivo.
- **Altura:** La ubicación de la antena sobre el nivel del suelo.

3.13 Indicadores de rendimiento de la red “KPI`s”

Los indicadores de rendimiento “KPIs” son parámetros que se consideran cuando se realiza el proceso de monitoreo de la red. Principalmente este concepto es utilizado para canales de voz y datos. Pero el rendimiento de la red puede ser ampliamente caracterizado dentro de los criterios de cobertura, capacidad y de calidad.

³Los indicadores de rendimiento “KPIs”, entonces, los podemos considerar como estadísticas de fallas o problemas monitoreados de la red, tales como:

- Fallas de HO (hand-over).
- Fallas de llamadas.
- Fallas de Acceso

3.14 Indicadores de rendimiento “KPI`s” a ser medidos

Los indicadores de rendimiento “KPI`s” más importantes que deberán ser medidos en la optimización de la red, desde la perspectiva del operador y una vez identificado el problema, serán los siguientes:

- **Tasa de tramas erróneas “FER” (Frame Error Rate):** es un indicador, después de que la señal ha sido decodificada.

³ <http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/768/4/T10526CAP2.pdf>

- **Tasa de llamadas caídas “DCR” (Drop Call Rate):** es una medición de las llamadas caídas en la red. En muchos casos se relaciona el número de llamadas caídas con la calidad de la voz, los cuales pueden deberse a varios factores tales como:
 - Limitaciones de capacidad
 - Interferencia
 - Desfavorables condiciones de propagación
- **Tasa de llamadas exitosas “CSR” (Call Success Rate):** indica el número de llamadas que fueron completadas después de ser generadas.
- **Tasa de canales de control dedicado autónomo:** Es un indicador garantiza que la estación móvil MS y la BTS se mantengan comunicados mientras el Centro de conmutación móvil MSC (Mobile Switching Center) y la BTS verifican la unidad del abonado y reservan los recursos.
- **Tasa de canales de control de tráfico “TCH” (Traffic Control Channel):** Estos indicadores son utilizados para llevar información de datos y voz, previos procesos de codificación de voz, de canal y entrelazado.

Los KPIs son fórmulas que resultan de sumar, restar, multiplicar o dividir contadores de eventos suscitados en la red.

Es necesario definir adecuados tiempos de medición entre los cuales los datos serán recolectados y procesados, como por ejemplo: hora, hora pico, día, online que podrían ser los tiempos de evaluación.

3.15 Informe de ajuste de parámetros “Initial Tuning” del sitio Los Mineros

Una vez que se ha analizado los parámetros que se debe tomar en cuenta en el proceso de optimización, se procederá con la elaboración de un informe de ajuste de parámetros “Initial Tuning” de la opción contratada, para poder concluir el proceso de planeación y optimización de la red implementada.

3.16 Presentación de ajuste de parámetros

En este proyecto se presenta los resultados de las medidas obtenidas en los Drive Test efectuados para verificar el desempeño de la Estación Los Mineros, igualmente se presentan los resultados estadísticos

3.17 Información de la estación

Esta estación corresponde a la zona de la provincia de SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS y está ubicada en la población de Los Mineros, en la avenida La Flecha y Bellavista Esquina. Después del proceso de Initial Tuning.

Figura 3.7 Hoja técnica

HOJA TECNICA				
Nombre Estación: LOS MINEROS				
Responsable IT				
Teléfono				
Correo Electrónico				
Fecha de Validación				
Hora de Validación				
Latitud :	0° 8' 34.1" S			
Longitud:	79° 23' 36" W			
ASNM :	278m			
Modelo de Estación:	Macro GSM			
Número de Sectores	3			
SECTOR 1				
	Teórico	Instalado	Definitivo	Configuración SW
Modelo de Antena	C-BXD-65606580-M	KATHREIN-739665	KATHREIN-739665	
Altura de la antena (m) (a la parte baja de la antena)	60	60	60	
Azimuth (°)	340	340	10	
Número de TRX 850	3	3	3	
Número de TRX 1900	0	0	0	
BCCH	222	222	222	
Tilt Mecánico:	1	1	1	
Tilt Eléctrico 850:	1	1	0	
Tilt Eléctrico 1900:	0	0	0	
Tipo de Combinador:	FDUAMCO 4.2	FDUAMCO 4.2	FDUAMCO 4.2	
Reflectores Instalados	No	No	No	
Latitud WGS84	0° 8' 34.1" S	0° 8' 34.1" S	0° 8' 34.1" S	
Longitud WGS84	79° 23' 36" W	79° 23' 36" W	79° 23' 36" W	
Latitud UTM	9984209.445	9984209.445	9984209.445	
Longitud UTM	321194.8662	321194.8662	321194.8662	
SECTOR 2				
	Teórico	Instalado	Definitivo	Configuración SW
Modelo de Antena	C-BXD-65606580-M	KATHREIN-739665	KATHREIN-739665	
Altura de la antena (m) (a la parte baja de la antena)	60	60	60	
Azimuth (°)	130	130	115	
Número de TRX 850	3	3	3	
Número de TRX 1900	0	0	0	
BCCH	231	231	231	
Tilt Mecánico:	1	1	1	
Tilt Eléctrico 850:	1	1	0	
Tilt Eléctrico 1900:	0	0	0	
Tipo de Combinador:	FDUAMCO 4.2	FDUAMCO 4.2	FDUAMCO 4.2	
Reflectores Instalados	No	No	No	
Latitud WGS84	0° 8' 34.1" S	0° 8' 34.1" S	0° 8' 34.1" S	
Longitud WGS84	79° 23' 36" W	79° 23' 36" W	79° 23' 36" W	
Latitud UTM	9984209.445	9984209.445	9984209.445	
Longitud UTM	321194.8662	321194.8662	321194.8662	
SECTOR 3				
	Teórico	Instalado	Definitivo	Configuración SW
Modelo de Antena	C-BXD-65606580-M	KATHREIN-739665	KATHREIN-739665	
Altura de la antena (m) (a la parte baja de la antena)	60	60	60	
Azimuth (°)	260	260	290	
Número de TRX 850	3	3	3	
Número de TRX 1900	0	0	0	
BCCH	229	229	229	
Tilt Mecánico:	1	1	1	
Tilt Eléctrico 850:	1	1	0	
Tilt Eléctrico 1900:	0	0	0	
Tipo de Combinador:	FDUAMCO 4.2	FDUAMCO 4.2	FDUAMCO 4.2	
Reflectores Instalados	No	No	No	
Latitud WGS84	0° 8' 34.1" S	0° 8' 34.1" S	0° 8' 34.1" S	
Longitud WGS84	79° 23' 36" W	79° 23' 36" W	79° 23' 36" W	
Latitud UTM	9984209.445	9984209.445	9984209.445	
Longitud UTM	321194.8662	321194.8662	321194.8662	

Fuente: Fabián Enríquez

3.18 Verificación de resultados en el drive test

Aquí se presenta los resultados de las medidas de Drive Test realizadas para la estación Los Mineros.

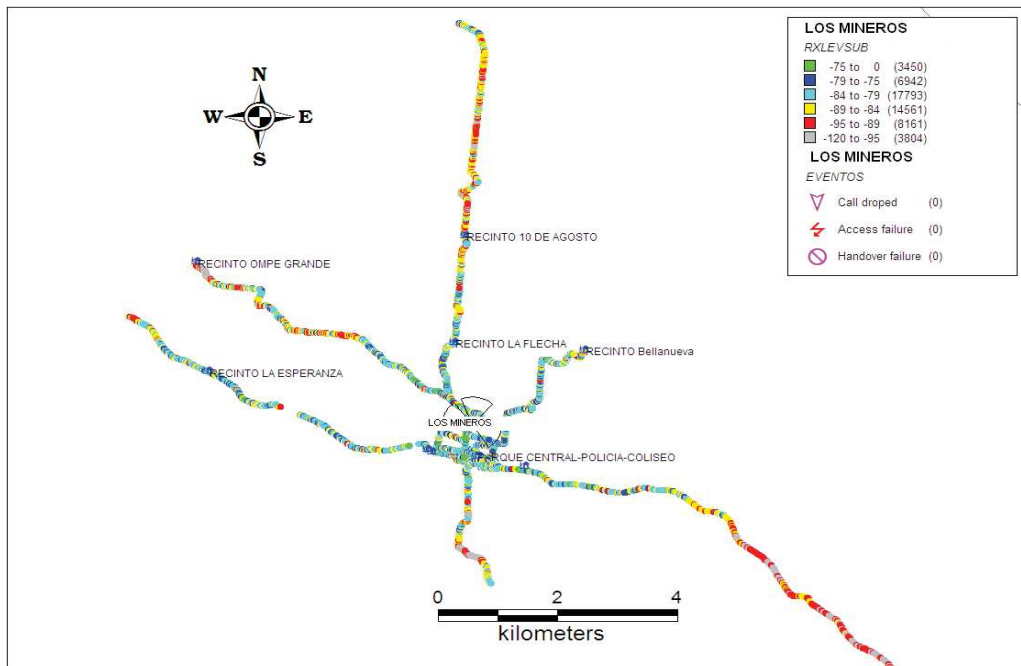
3.19 Nivel de señal recibido por el móvil “RXLEV SUB”

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

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

Existen algunas razones para un que la calidad del nivel de señal tenga valores muy bajos, como por ejemplo: interferencias co-canales, interferencia de canales adyacentes, problemas de hand-over, baja calidad de la señal.

Figura 3.8 Ruta del Drive Test y niveles de señal obtenidos

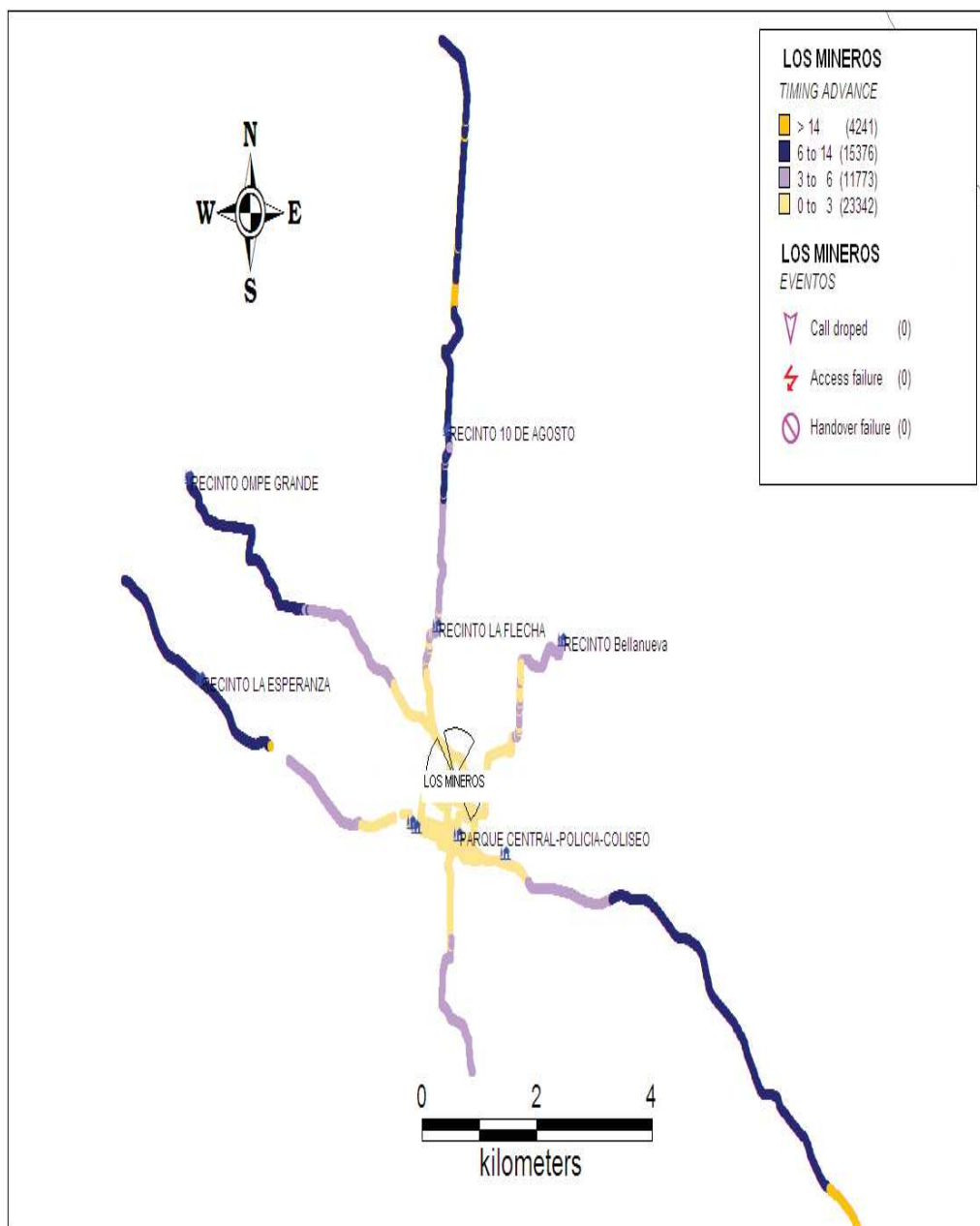


Fuente: Fabián Enríquez

3.20 Tiempo entre la BTS y el móvil “TA” (Time Advance)

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

Figura 8.9 Distribución del Timing Advance

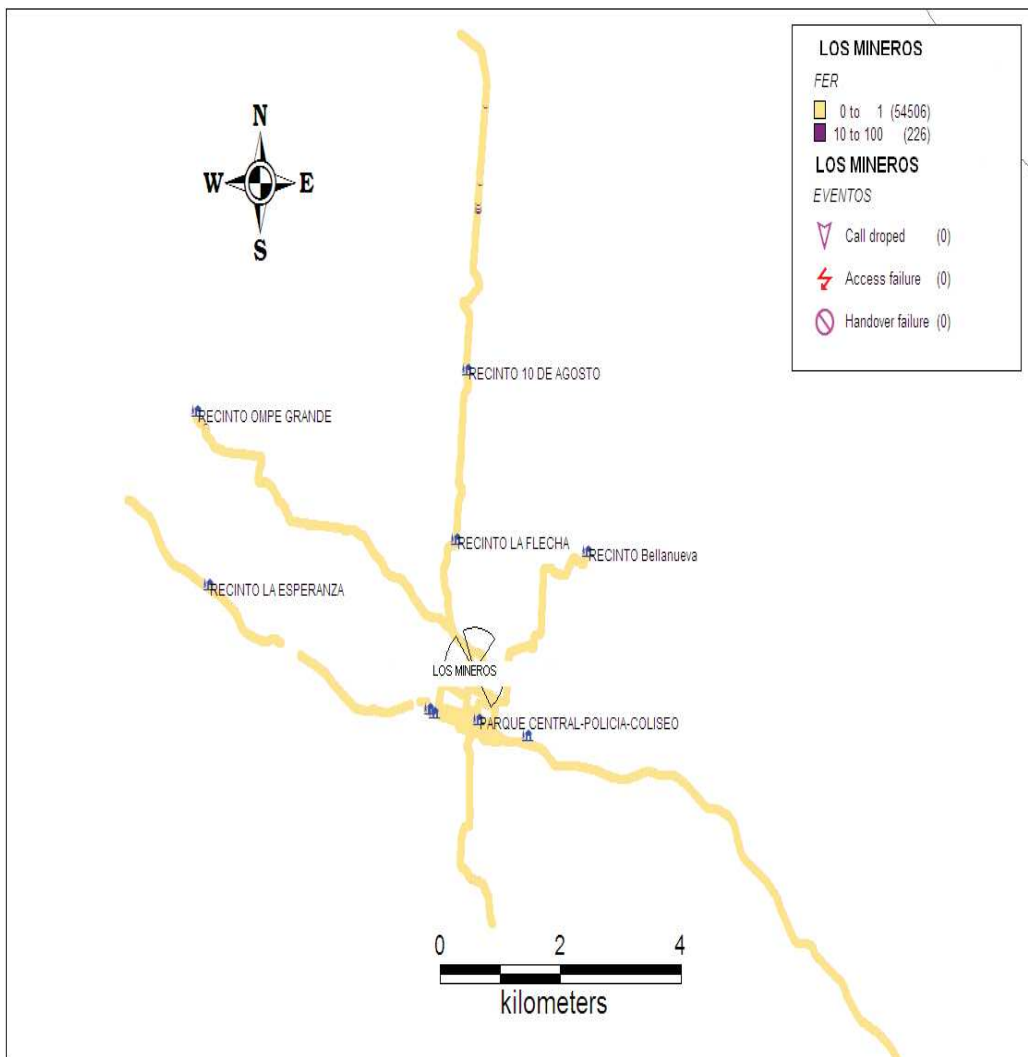


Fuente: Fabián Enríquez

3.21 Nivel de calidad de la señal “FER” (Frame Error Rate)

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

Figura 3.10 Distribución del FER



Fuente: Fabián Enríquez

0 – 4% calidad de señal Muy Buena

4 – 6 % calidad de señal Buena

6 – 10 % calidad de señal Mala

10 – 100 % la calidad de señal No sirve

Estos valores son ayudados a identificar el recorrido de “drive test” cuáles son los sectores en donde tiene mejor calidad de cobertura y cuáles no, y así identificar los posibles problemas causantes de bajos niveles de calidad de la señal.

Comúnmente los problemas encontrados son debidos a las interferencias de frecuencias como: las interferencias co-canal y las interferencias de canales adyacentes.

3.22 Interferencia co-canal

Se produce cuando no existe una distancia mínima que proporcione el suficiente aislamiento entre las frecuencias de las celdas co-canales, al momento de realizar una reutilización de frecuencias, provocando así una interferencia co- Interferencia co-canal.

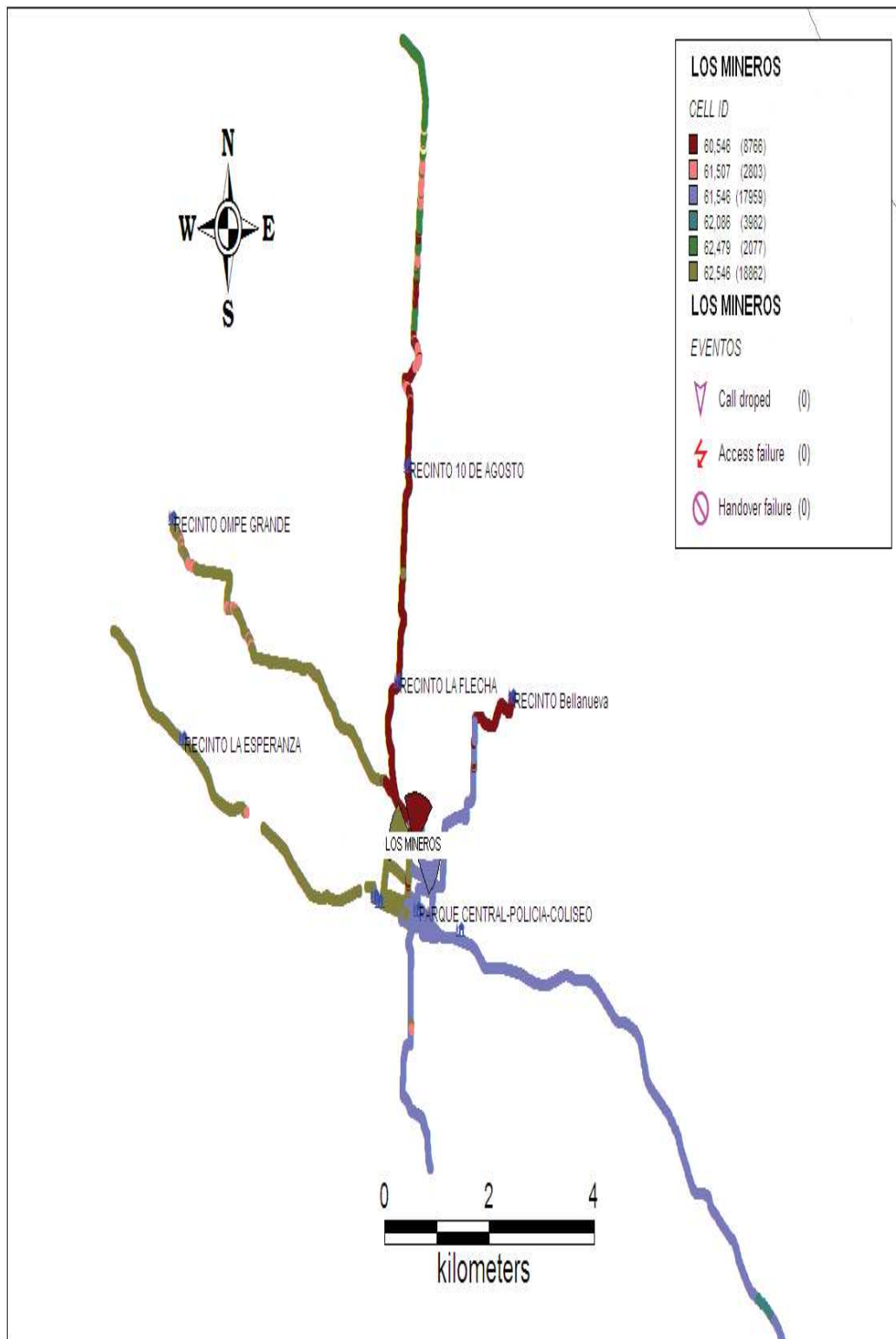
3.23 Interferencia por canales adyacentes

Estas interferencias se producen por la imperfección de los filtros en los receptores que permiten a las frecuencias cercanas ingresar dentro de la banda pasante.

3.24 Identificación de celdas “CELL ID”

El “CELL ID” es la identificación de las celdas servidoras asignadas a los sectores de una estación base. Cada celda se encuentra representada por un color, ayudándonos así, a verificar que celdas son las asignadas e identificar si existen interferencias entre celdas vecinas, y poder solucionar el problema.

Figura 3.11 Distribución del Cell ID

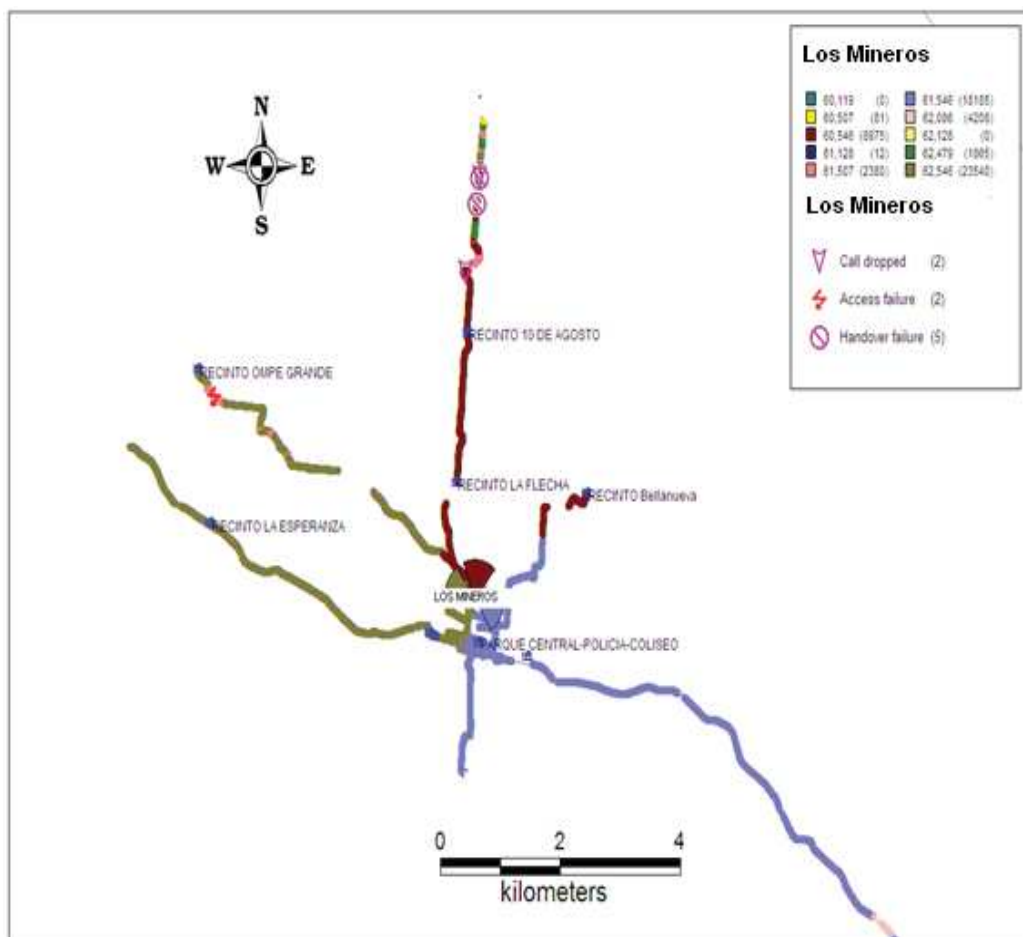


Fuente: Fabián Enríquez

3.25 Llamadas caídas dentro del sistema “drop call”

La estación móvil “MS” puede decodificar el mensaje del canal dedicado lentamente asociado “SACCH” (Slow Alone Dedicated Control Channel) correctamente hasta el máximo del tiempo muerto de enlace de radio “RLT” (Radio Link Timeout), pero cuando el nivel de calidad de señal “FER” no es bueno y la estación móvil “MS” no puede decodificar el mensaje del canal dedicado lentamente asociado “SACCH”, el “RLT” comienza a decrecer hasta llegar a cero. En este momento una causa de llamada caída “Drop Call” ocurre. Algunas de las razones para que se provoque una llamada caída “drop call”, puede ser por: interferencias, mala cobertura, que no exista relación entre celdas vecinas o fallas de hand-over.

Figura 3.12 Ruta del Drive Test y eventos



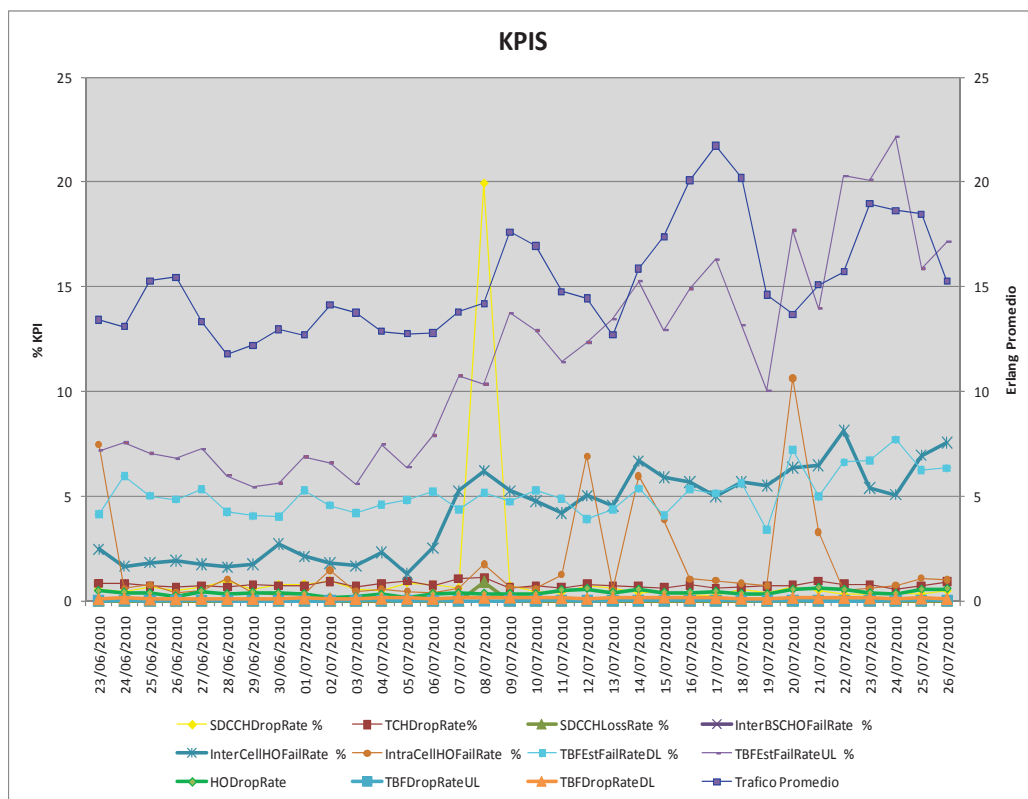
Fuente: Fabián Enríquez

3.26 Verificación de KPI'S a nivel del sistema

3.26.1 Estadísticas del sistema

Se presentan las estadísticas de la estación Los Mineros del 23 de Junio del 2010 al 26 de Julio del 2010, para la cual se llevó a cabo el proceso de Initial Tuning, demostrando el buen comportamiento en general del performance del sitio.

Figura 3.13 Grafica del comportamiento del sitio Los Mineros



Fuente: Fabián Enríquez

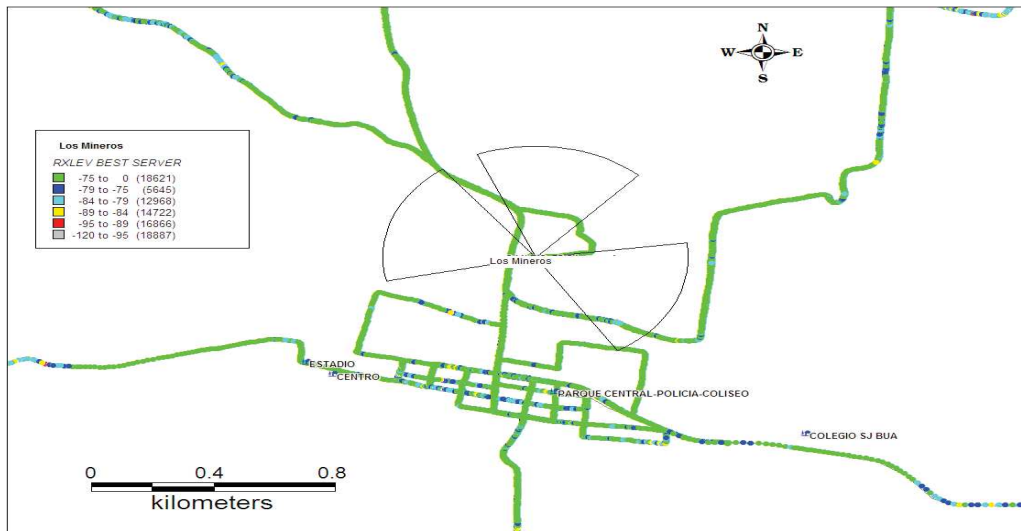
3.27 Verificación de objetivos específicos de diseño

Con la implementación de la estación Los Mineros se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- 1.- Cobertura Indoor en la Población de Los Mineros. Si se cumple al 100%. De los gráficos de Rxlevel obtenidos durante el Drive Test

se puede observar excelentes niveles de señal en las calles de la población de Los Mineros.

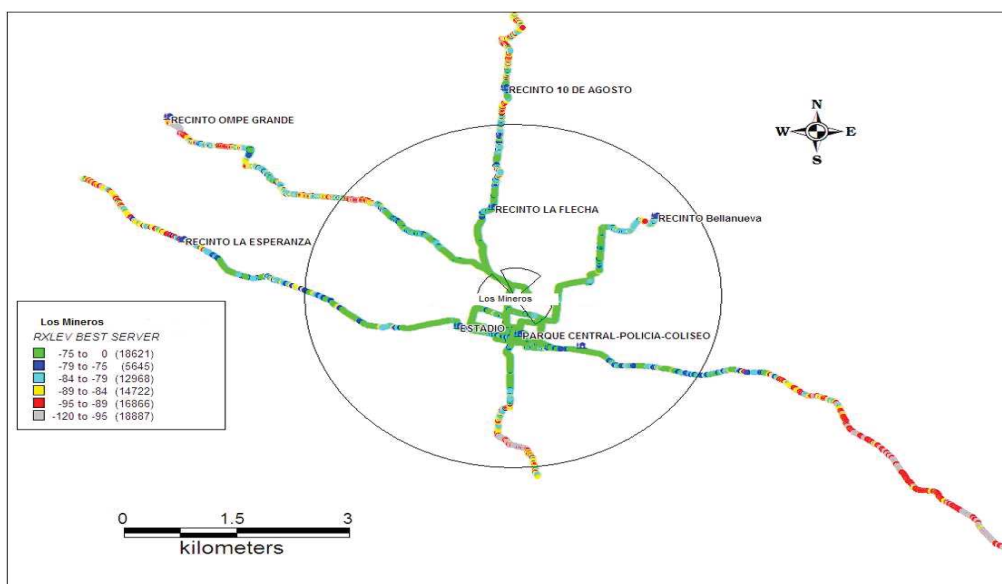
Figura 3.14 Cobertura Indoor



Fuente: Fabián Enríquez

2.- Cobertura Indoor en los alrededores de la población, granjas de palma, ganaderías, en un rango de 4Km a la redonda.

Figura 3.15 Cobertura en el rango de 4km



Fuente: Fabián Enríquez

El sitio Los Mineros cumple su objetivo principal dar cobertura en los alrededores de la estación denotando un desempeño exitoso y cumpliendo las metas establecidas por el cliente.

3.28 Verificación de objetivos específicos de diseño

Clasificación de la estación

Tabla 3.1 Clasificación de la estación

Estación	Clasificación
Los Mineros	Cobertura

Fuente: Fabián Enríquez

Sitios Importantes

Tabla 3.2

Mejor_Servidor	Sitio_de_interes	Longitudo	Latitudo	Objetivos	Indoor	Outdoor	Comentario
SJA_1	RECINTO OMPE GRANDE	-79.4347	-0.1162			X	Recinto aledaño a la estación
SJA_1	RECINTO LA FLECHA	-79.3959	-0.1295			X	Recinto aledaño a la estación
SJA_1	RECINTO 10 DE AGOSTO	-79.3943	-0.1119			X	Recinto aledaño a la estación
SJA_2	RECINTO Bellanueva	-79.3764	-0.1308			X	Recinto aledaño a la estación
SJA_2	PARQUE CENTRAL-POLICIA-COLISEO	-79.3927	-0.1483	Mandatorio	X		Parque central de la población SJ Bua
SJA_3	ESTADIO	-79.400	-0.1471	Mandatorio	X		Estadio
SJA_3	CENTRO	-79.3992	-0.1476	Mandatorio	X		Lugar donde se encuentran la mayor cantidad de negocios
SJA_3	RECINTO LA ESPERANZA	-79.4329	-0.1343			X	Recinto aledaño a la estación
SJA_2	COLEGIO SJ BUA	-79.3853	-0.15	Mandatorio	X		Coliseo
SJA_3	RECINTO SP LAUREL	-79.3194	-0.1876			X	Recinto aledaño a la estación

Fuente: Fabián Enríquez

Cambios físicos

Se realizan cambios físicos para lograr el desempeño óptimo de la estación.

Tabla 3.3

ITEM	AR	Sitio	Sectr	Parametro	Valor	Valor	Razon Cambio	Fecha eje
135		LOS MINEROS	1	AZ	340	10	Mejorar cobertura	12/11/2009
136		LOS MINEROS	1	EDT 850	1	0	Mejorar cobertura	12/11/2009
137		LOS MINEROS	2	AZ	130	115	Mejorar cobertura	12/11/2009
138		LOS MINEROS	2	EDT 850	1	0	Mejorar cobertura	12/11/2009
139		LOS MINEROS	3	AZ	260	290	Mejorar cobertura	12/11/2009
140		LOS MINEROS	3	EDT 850	1	0	Mejorar cobertura	12/11/2009

Fuente: Fabián Enríquez

Cambios lógicos y físicos

Software

No fue necesario realizar cambios de software.

Hardware

Tabla 3.3

Sitio	Sector	Parametro	Valor antiguo	Valor nuevo	Razon Cambio	Fecha recom.	Fecha ejecucion
LOS MINEROS	1	AZ	340	10	Mejorar cobertura	03/09/2009	12/09/2009
LOS MINEROS	1	EDT 850	1	0	Mejorar cobertura	03/09/2009	12/09/2009
LOS MINEROS	2	AZ	130	115	Mejorar cobertura	03/09/2009	12/09/2009
LOS MINEROS	2	EDT 850	1	0	Mejorar cobertura	03/09/2009	12/09/2009
LOS MINEROS	3	AZ	260	290	Mejorar cobertura	03/09/2009	12/09/2009
LOS MINEROS	3	EDT 850	1	0	Mejorar cobertura	03/09/2009	12/09/2009

Fuente: Fabián Enríquez

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

En el Ecuador, la demanda de los abonados de las empresas de telefonía celular está creciendo rápidamente y las operadoras necesitan abastecer las necesidades de sus clientes también a gran velocidad, incrementando su cobertura por mas lugares del país. Es por eso que las empresas buscan dar soluciones rápidas y eficientes para poder brindar un buen servicio a sus clientes.

Una solución viable es la colocación de la estación Los Mineros, ya que éste permite ampliar la cobertura celular en donde la señal de una BTS no llega.

La implementación de la estación en la población de Los Mineros ayudará a que la calidad de señal mejore y cubra los lugares en donde no existía señal.

La investigación realizada para esta tesis aporta a la UDLA como guía de consulta para futuros trabajos de la carrera de Redes y Telecomunicaciones, así como para generar una fuente de conocimiento local para que los estudiantes de la UDLA realicen acciones concretas sobre la comunidad de Santo Domingo de los Tsáchilas.

La optimización es un proceso continuo dentro del desarrollo de la red de acceso de un sistema de telefonía móvil celular, debido al aumento de usuarios, aumento de servicios o pequeñas modificaciones en la red, los parámetros de la red deben ser reajustados de manera permanente. La optimización no es un procedimiento sencillo, por lo cual existen en el mercado aplicaciones que facilitan esta tarea, las cuales cada vez están siendo mayormente usadas. El fundamento de dichas aplicaciones son una serie de métodos y algoritmos matemáticos complejos que modelan el comportamiento de las redes celulares.

4.2 Recomendaciones

Para la planificación e implementación de nuevas estaciones, en zonas de bajos niveles de señal o en ausencia de ellos, se recomienda identificar claramente cuáles son los objetivos de cobertura.

Analizar, si en principio, cumple o no con los objetivos y de ser favorable la ubicación del sitio, ir a campo y ubicar aproximadamente la coordenadas tomadas teóricamente del sitio y tener una referencia de donde se podría colocar la estación.

Se recomienda, que al momento que se realice el “drive test” de un sitio, se vaya identificando, por medio del programa (en este caso el NEMO OUTDOOR), los eventos importantes que se vayan presentando en el recorrido, como: llamadas caídas y niveles señal bajos, y determinar cuáles podrían ser las causas que estén afectando al lugar.

Se recomienda que cuando se esté realizando las mediciones de señal en el “drive test”, el teléfono deberá levantarse con un mano y mantenerse alejado del cuerpo y lo más estable posible al momento de realizar las mediciones de señal.

Si en el punto donde se toma la medida, nos encontramos rodeados de arboles, la medida no será válida. En este caso sería aconsejable buscar ubicación cercana que supere el obstáculo de los árboles o subirse, si fuere posible, a una torre similar a la que se usará en la instalación definitiva o que en cualquier caso evite los arboles u obstáculos circundantes.

Se recomienda que se realice un mantenimiento preventivo y correctivo por lo menos una vez por año en cuanto a radio frecuencia, cobertura, infraestructura para verificar buen funcionamiento del mismo.

Se recomienda monitorear regularmente los KPI's de la estación y observar si en este sector se ha incrementado la demanda del trafico de los usuarios para planificar a futuro la instalación de una BTS según las necesidades sea de capacidad o calidad.

Como recomendaciones acordes a las experiencias obtenidas durante el desarrollo del proyecto puedo mencionar las siguientes:

- Profundizar el estudio de las diferentes tecnologías en servicios de telefonía celular.
- Analizar en clase casos prácticos de problemas encontrados en las redes GSM o UMTS (3G), ya que es importante darnos cuenta de las ventajas que tiene cada red y sus diferentes aplicaciones.
- Hacer visitas de campo donde reconozcamos los diferentes elementos que componen una estación base celular, de tal manera que lo aprendido en campo sea la realidad que enfrentemos cuando ya salimos al mundo laboral.
- Es importante realizar un estudio a fondo para elegir correctamente el sitio donde se ubicará la nueva estación celular, ya que se deberá cumplir con todos los objetivos planteados por el cliente final.
- Ejecutar un drive test previo para hacer un análisis de cómo se encuentra la red antes de la implementación de la nueva estación base celular, para poder establecer las diferencias y beneficios que encontrará el cliente final.
- Mantener contacto permanente con personal de la operadora es necesario para notificar avances y cumplimiento del trabajo encomendado.
- Una vez puesta en ejecución la nueva estación realizar un nuevo drive test, con el cual se verificará el porcentaje de objetivos cumplidos y los problemas de calidad en el servicio.
- Reportar los resultados del nuevo drive test servirá para dar solución a los problemas encontrados y a su vez buscar todos los mecanismos de optimización del servicio en la zona del proyecto.
- Constatar la eliminación total de los problemas encontrados a través de un último drive test, el cual arrojará el reporte final que será entregado al cliente.

BIBLIOGRAFÍA

Libro

Romero, Juan. Melero, Juan, (2003): Gsm, Gprs performance and Edge, John Wiley & Sons. England # 45 Pág.

Sánchez G, Patricia M, (2007): Análisis del desempeño de las redes celulares Gsm-Gprs. # Chile 78 Pág.

Holma, Harri. Toskala Antti.(2006):HSDPA/HSUPA for UMTS.England # 178 Pág.

Nastta, Mauricio. (2005): Gsm Optimization. Buenos Aires, Argentina. # 4-19 Pág.

Tude, Eduardo. (2008): Radio frequency Systems. Brasil, Rio de Janeiro. # 4-10 Pág.

Tesis

Aguirre León, Lydy Melina.(2008): Planificación y diseño de la ampliación de cobertura de la red celular Gsm y ajuste de parámetros mediante un repetidor activo para la zona de la provincia de Napo para una empresa de telefonía celular. Escuela Politécnica Nacional # 25 Pág.

Artículo de telefonía móvil:

Telefónica,Movil. (2009): Descripción estructural de la empresa eficiente proyecto tecnológico y administrativo # 12 Pág.

Documento de Internet:

Second generation network planning and optimization Gsm,
http://media.wiley.com/product_data/excerpt/7X/04708626/047086267X.pdf.

Descargado 15/09/2010

La evolución de la telefonía móvil, <http://www.eveliux.com/mx/la-evolucion-de-la-telefonía-movil.php>. Descargado 8/01/2011