

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“Calidad de Servicio (QoS) de una red UMTS en la ciudad de Durán”

TESINA DE SEMINARIO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Presentado por:

Isaac Josue Guachilema Valencia

Iván Andrés León Drouet

Guayaquil – Ecuador

2010

AGRADECIMIENTO

A todas la personas que ayudaron a llevar a cabo la realización de este trabajo y muy especialmente al Ing. Washington Medina Director de nuestro Seminario de Graduación y al Ing. Juan Carlos Avilés nuestro profesor delegado, por sus invaluable aportes.

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres, a mis hermanos y a mis compañeros ya que con su dedicación y apoyo me han guiado por el camino correcto de la vida, ayudándome a lograr mis objetivos propuestos.

Iván Andrés León Drouet

Isaac Josué Guachilema Valencia

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Washington Medina M.
PROFESOR DEL SEMINARIO

Ing. Juan Carlos Avilés C.
PROFESOR DELEGADO POR EL DECANO

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Iván Andrés León Drouet

Isaac Josué Guachilema Valencia

RESUMEN

En nuestro actual proyecto de tesis se muestran los procedimientos que se llevan a cabo para dar solución al congestionamiento por alto tráfico de datos y a los bajos niveles de calidad de cobertura en una red UMTS en la ciudad de Durán, aplicando los conceptos de QoS y haciendo uso de herramientas como GENEX NASTAR, GENEX PROBE y U-NET, herramientas que han sido otorgadas por una operadora local para la aplicación en el desarrollo de nuestro proyecto.

El objetivo principal de nuestro proyecto es mejorar la calidad de cobertura y el congestionamiento por alto tráfico de datos en el sector del Centro Comercial Durán Outlet, por lo que se propone como solución la construcción de un radio base (Nodo B), esta decisión se enfoca en que se pueda tener un mejor uso y distribución de recursos de potencia en los Nodos B afectados por el elevado tráfico de datos, además tener muestras de $E_c/I_0 \geq -12$ dB y $RSCP \geq -88$ dBm en un 95%, todo este proceso se lo divide en 3 etapas, en donde cada una cumple con un rol muy importante.

En la etapa 1, llamada Network Planning se empieza con la identificación de la zona afectada por alto porcentaje de tráfico de datos, este proceso consiste en llevar un monitoreo de KPI's en todos los Nodos B de la ciudad de Durán, para nuestro proyecto los KPI's que se utilizan son el Promedio de Control de Potencia transmitida (Mean TCP) y el Máximo Tráfico de Volumen (HSDPA), estos indicarán cuales son los Nodos B con problemas de Potencia y Volumen de Tráfico, el

siguiente paso será la negociación de la obra civil para la construcción del nuevo sitio.

La etapa 2, llamada Initial Tuning se verifica que el nuevo Nodo B que se menciona en la etapa 1 esté funcionando correctamente, esto se lo hace por medio del Single Site Verification y el Drive Test, y con la ayuda de la herramienta GENEX PROBE, aquí se puede verificar si los parámetros iniciales que han sido configurados en el nuevo Nodo B sean los correctos y estén cumpliendo con su objetivo.

La etapa 3 va en conjunto con la etapa 2, llamada Optimización aquí se analiza las pruebas del Drive Test realizadas en el Initial Tuning y se proponen cambios en los parámetros de las antenas con el fin de cumplir con el objetivo de ofrecer una calidad de cobertura óptima en la zona del Centro Comercial Durán Outlet.

Al culminar la 3 etapas exitosamente, el nuevo Nodo B esta listo para brindar todos los recursos que este posee entrando comercialmente al aire y así poder cumplir con los objetivos que inicialmente se propusieron, al final del trabajo se exponen nuestras conclusiones y recomendaciones que surgieron a lo largo de la investigación de nuestro proyecto de tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ABREVIATURAS	XVI
INTRODUCCIÓN	XVII
1. Marco Teórico	1
1.1 Términos básicos y definiciones UMTS.....	1
1.2 Parámetros de Medición.	3
1.2.1 Definición de Cobertura en una Red.....	3
1.2.2 Received Signal Code Power (RSCP)	6
1.2.3 E_c/I_0	7
1.3 Clases QoS en UMTS.	9
1.3.1 Clase Conversacional.....	10
1.3.2 Clase Afluente (Streaming).....	11
1.3.3 Clase Interactiva.....	11
1.3.4 Clase Diferida (Background).....	12

2. Antecedentes del Proyecto	13
2.1 Enfoque principal.	13
2.2 Servicios de RF.....	13
2.2.1 Network Planning (Etapa 1).....	14
2.2.2 Initial Tuning (Etapa 2)	15
2.2.3 Optimización (Etapa 3)	17
3. Network Planning.	19
3.1 Radio Network Detailed Planning Service	19
3.2 Identificación del problema.....	19
3.2.1 Estadísticas de la RNC.....	19
3.2.2 Drive Test.....	20
3.3 Solución a los problemas	22
3.4 Información del Nodo B Planeado	27
3.5 Información General.....	28
3.6 Distribución del Sitio.....	28
3.7 Configuración RF del nuevo sitio.....	30
3.7.1 Parámetros Físicos de Configuración RF del nuevo sitio.....	30
3.7.2 Parámetros de Optimización en celdas vecinas	30
3.8 Predicciones del Nodo B Planificado.....	31
3.8.1 Predicción de Cobertura RSCP	32
3.8.2 Predicción del Ec/Io.....	33
3.8.3 Predicción de HSDPA (Datos)	34

4. Initial Tuning & Optimization	35
4.1 Initial Tuning Service.....	35
4.2 Preliminar Initial Tuning.....	35
4.2.1 Mejor Ec/lo medido del UE	37
4.2.2 Mejor RSCP medido del UE	38
4.2.3 Scrambling Code medido del UE.....	39
4.3 Optimización	39
5. New Site Verification.	43
5.1 New Site Verification Report	43
5.2 Performance	44
5.2.1 Ec/lo medido del UE.....	44
5.2.2 RSCP medido del UE	45
5.2.3 Scrambling Code medido del UE.....	46
5.3 RSCP por servidor del nuevo Nodo B	46
5.4 Estadísticas del nuevo Nodo B.....	49

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

A. Datasheet Antena RFS-906516

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Principio de propagación del espectro	2
Figura 1.2. Calidad mínima de recepción en un terminal	4
Figura 1.3. Análisis de cobertura en downlink (RSCP).....	6
Figura 1.4. Análisis de cobertura en downlink (E_c/I_0).....	8
Figura 1.5. Definición de Pilot Pollution – Criterios.....	9
Figura 2.1. Gestión del Network Planning..	15
Figura 2.2. Ejemplo para verificación de parámetros en una celda usando GENEX PROBE..	16
Figura 2.3 Ajustes mecánicos en una celda UMTS..	18
Figura 2.4 KPI's del sistema	18

Figura 3.1. Plot Ec/Io con niveles bajos.....	21
Figura 3.2. Plot RSCP con niveles bajos.....	21
Figura 3.3. Tráfico de la celda AGILBERTX.....	22
Figura 3.4. Usuarios HSDPA en la celda AGILBERTX.....	23
Figura 3.5. Tráfico de la celda AGILBERTY.....	23
Figura 3.6. Usuarios HSDPA en la celda AGILBERTY.....	24
Figura 3.7. Tráfico de la celda RECREODURY.....	24
Figura 3.8. Usuarios HSDPA en la celda RECREODURY.	25
Figura 3.9. Celdas con alto tráfico.....	25
Figura 3.10. Drive Test realizado con anterioridad en la optimización de los nodos de la ciudad de Durán.....	26
Figura 3.11. Zona para la construcción del nuevo Nodo B.....	27
Figura 3.12. Predicción del nuevo sitio y sus vecinos.....	29
Figura 3.13. Predicción RSCP sin el nuevo Nodo B.....	32
Figura 3.14. Predicción RSCP incluyendo al nuevo Nodo B DURANOUTL.....	32
Figura 3.15. Ec/Io sin el nuevo Nodo B.....	33
Figura 3.16. Ec/Io Incluyendo al nuevo Nodo B DURANOUTL.....	33
Figura 3.17. Distribución HSDPA sin el nuevo Nodo B.....	34
Figura 3.18. Distribución HSDPA Incluyendo al nuevo Nodo B DURANOUTL.....	34

Figura 4.1. Ruta para el Drive Test..	36
Figura 4.2. Ec/Io del UE..	37
Figura 4.3. RSCP del UE..	38
Figura 4.4. SC del UE..	39
Figura 4.5. Drive Test Initial Tuning.....	40
Figura 4.6. Predicción antes de la configuración de los parámetros.....	41
Figura 4.7. Predicción después de la configuración de los parámetros.....	42
Figura 5.1. Ec/Io del UE..	44
Figura 5.2. Histograma del Ec/Io del UE.....	44
Figura 5.3. RSCP del UE..	45
Figura 5.4. Histograma RSCP del UE..	45
Figura 5.5. Scrambling Code del UE..	46
Figura 5.6. RSCP DURANOUTLX.....	47
Figura 5.7. RSCP DURANOUTLY.....	48
Figura 5.8. RSCP DURANOUTLZ.....	48
Figura 5.9. Tráfico de la celda AGILBERTX después de la inclusión del Nodo DURANOUTL.....	49
Figura 5.10. Uso de Potencia AGILBERTX.....	50
Figura 5.11. Tráfico de la celda AGILBERTY después de la inclusión del Nodo DURANOUTL.....	50

Figura 5.12. Uso de Potencia AGILBERTY.....	51
Figura 5.13. Tráfico de la celda RECREODURY después de la inclusión del Nodo DURANOUTL.....	51
Figura 5.14. Uso de Potencia RECREODURY.....	52
Figura 5.15. Tráfico DURANOUTLX.....	53
Figura 5.16. Tráfico DURANOUTLY.....	53
Figura 5.17. Tráfico DURANOUTLZ.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Clases de Qos en UMTS.....	10
Tabla 3.1. Información del Nodo B.....	27
Tabla 3.2. Distribución del sitio.....	29
Tabla 3.3. Parámetros físicos del Sitio.....	30
Tabla 3.4. Parámetros de optimización de vecinos.....	31
Tabla 4.1. Lista de parámetros de configuración.....	40

ABREVIATURAS

3GGP	Proyecto de tercera generación fase 1
CDMA	Acceso múltiple por división de código
CE	Canales elementales
Ec/Io	Nivel de interferencia
EDT	Tilt eléctrico
GSM	Sistema móvil de comunicaciones global
HO	Handover
HSDPA	Acceso de paquetes downlink de alta velocidad
IP	Protocolo de Internet
KPI	Indicador clave de rendimiento
MDT	Tilt mecánico
NRT	En tiempo no real
PSC	Scrambling Code primario
QoS	Calidad de servicio
RF	Radio frecuencia
RSCP	Código de potencia de la señal de radio
RT	Tiempo real
TCP	Control de Potencia Total
TDMA	Acceso múltiple por división de tiempo
TS	Especificación Técnica
UE	Equipo del usuario
UMTS	Sistema de comunicación móvil universal

INTRODUCCIÓN

En la actualidad en el Ecuador las comunicaciones móviles se han convertido en más que un lujo, una necesidad en la vida cotidiana. Las facilidades que ofrece actualmente la tecnología UMTS en el campo de la telefonía celular en cuanto a la compartición, acceso a la información y entretenimiento con amplias ventajas sobre otras tecnologías, son por sus altas velocidades de transmisión de datos y la confiabilidad de la comunicación, por esta razón la tecnología UMTS ha sido adoptada por las operadoras en el Ecuador con el fin de brindar al usuario variedad de servicios en un mismo terminal móvil con una calidad de servicio (QoS) aplicada en los siguientes puntos generales:

- **QoS aplicada en tecnología.**
 - Upgrade de servicios dentro de la misma red.
 - Migración a nuevas tecnologías.

- **QoS aplicada en la percepción del usuario.**
 - Clase Conversacional.
 - Clase Streaming.
 - Clase Interactiva.
 - Clase Background.

- **QoS aplicada en la gestión estática de recursos**
 - Control de Congestión de Potencia.
 - Control de Propagación.
 - Parámetros de RF.

- **QoS aplicada en la gestión dinámica de los recursos.**
 - Configuraciones en la RNC.
 - Configuraciones en el Core Network.

La QoS aplicada en la gestión estática de recursos, hace referencia al Control de Congestión de Potencia en donde se pretende mejorar el porcentaje de uso de potencia con la inclusión de un nuevo sitio, la cual tiene el efecto de balancear el número de usuarios promedio en una celda, así también de mejorar el performance en los alrededores del Centro Comercial Durán Outlet, así mismo para el caso del Control de Propagación y Parámetros RF se introducen los términos Azimuth, Tilt Eléctrico y Tilt Mecánico, parámetros que serán optimizados para que los niveles de propagación sean óptimos en las zonas de cobertura UMTS, esta aplicación nos muestra el camino a seguir en nuestro proyecto de tesis para así encontrarle solución y mejorar los problemas al alto tráfico de datos, al congestionamiento de potencia y la mejora de la calidad de cobertura, todo ese desarrollo se explicará a lo largo de este trabajo.

CAPITULO 1

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Términos básicos y definiciones UMTS

Universal Mobile Telecommunications Systems (UMTS) está basado en una tecnología que propaga la señal sobre una banda ancha, teniendo como resultado un alto ancho de banda ocupado. La principal ventaja es que muchos Nodos B pueden transmitir sobre la misma frecuencia y al mismo tiempo mientras se mantiene la posibilidad de separar a los diferentes transmisores en el lado del receptor. Este método se llama Code Division Multiple Access (CDMA). Para permitir la transmisión, los datos del usuario son modulados dentro de un código binario (Key) antes de que sea transmitido. Para un bit de dato 1, se transmite el negativo de la secuencia de código, para un bit de dato 0, el código que se transmite es el mismo de la secuencia, en la figura 1.1 se puede observar como es el proceso de transmisión, si el código tiene una tamaño de 4 dígitos, la tasa de datos será transmitida y el ancho de banda RF resultante es cuatro veces mayor de lo que sería sin propagación.

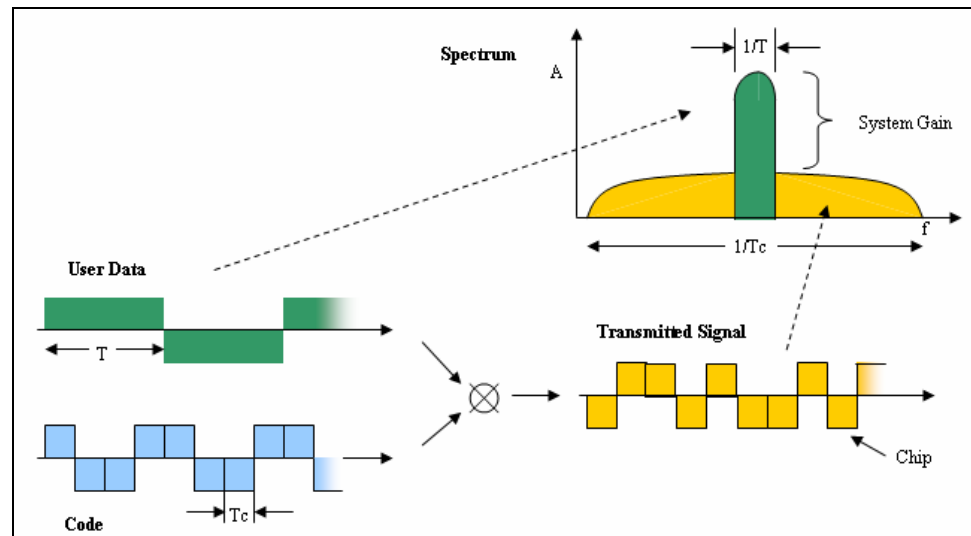


Figura 1.1 Principio de propagación del espectro

El uso de códigos en UMTS tiene una secuencia de bits aleatorios, haciendo que el ruido de la señal transmitida (Pseudo Noise PN), pertenezca a los datos iniciales del usuario. Para evitar el traslape con los datos del usuario, cada bit del código es llamado chip. Por lo tanto la tasa de datos transmitida actualmente es la tasa de chip.

En el lado del receptor se lleva a cabo un proceso de correlación con la señal recibida y el código conocido. La comparación de cada cuatro bits recibidos (como se mencionaba en el ejemplo anterior) con el código seguido por una integración en el tiempo recupera los datos originales que se necesitan con un nivel alto de confidencialidad. Incluso si algunos de estos bits son eliminados debido a interferencias desde otro Nodo B en la misma frecuencia, el dato original podría ser recuperado. Físicamente los niveles de propagación RF sobre una gran ancho de

banda son recolectados por el receptor y reducidos a una banda estrecha por el proceso de correlación. Esta concentración suprime cualquier interferencia ya sea de banda estrecha o de banda ancha por medio del “Sistema de Ganancia”, teniendo como resultado una mayor resistencia contra las interferencias.

1.2 Parámetros de Medición

1.2.1 Definición de Cobertura en una Red

Para definir el término “Cobertura de Red” es importante estar de acuerdo que es lo que se espera desde el punto de vista del equipo del usuario. Como sucede en las redes GSM, existen diferentes procesos para que el UE tenga una operación exitosa hacia la red, estos procesos también se siguen en una red UMTS y son los siguientes:

- Registrarse en la Red
- Hacer una llamada
- Mantener una llamada cuando esta ya está establecida
- Alcanzar una tasa de datos específica en la transmisión

Si la calidad de recepción posee malos niveles, los siguientes efectos se presentan:

- Disminución de la tasa de datos
- La llamada que han sido establecida se desconecta (Call Drop)
- Una nueva llamada no puede ser establecida
- El equipo queda fuera de registro de la red (Desconexión de Red)
- El equipo no puede registrarse en la red (Acceso de Red)

En la figura 1.2 se puede observar la dependencia que posee un terminal con respecto a la calidad de recepción ya sea para una red GSM o UMTS.

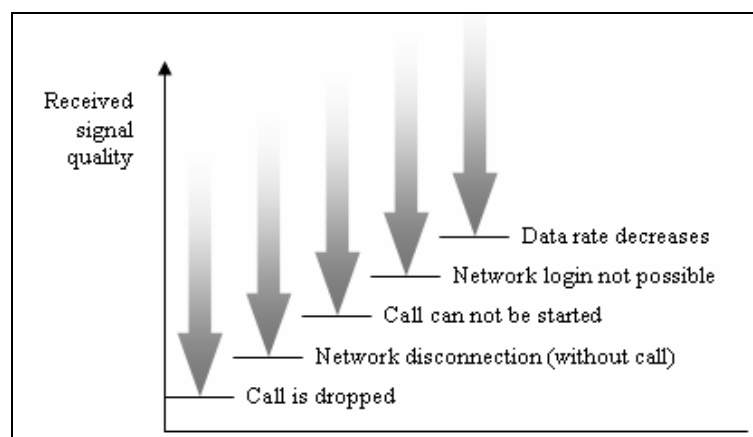


Figura 1.2 Calidad mínima de recepción en un terminal móvil

La tasa de datos del usuario en UMTS no sólo depende de la calidad de recepción sino también del número de usuarios activos en una celda, niveles de potencia elevados, baja calidad de cobertura, etc. Por lo tanto, la tasa de datos disponible es un buen indicador para saber si la calidad de recepción y cobertura es buena.

El siguiente aspecto es la capacidad para registrarse en la red. Esto es un requerimiento absoluto para usar en cualquier servicio UMTS y por lo tanto otro indicador para la cobertura de red. Por lo tanto una vez que el equipo está registrado en la red, nuevas llamadas se pueden establecer y mantener, aunque la señal de recepción temporalmente disminuya.

Estos aspectos son necesarios para establecer uno o más valores de parámetros técnicos que permitan al UE registrarse en la red. La disponibilidad de tasa de datos y el acceso a la red son criterios para decidir si un lugar posee cobertura o no.

1.2.3 E_c/I_0

Es la relación de la energía recibida por chip (= bit código) y el nivel de interferencia, usualmente dado en dB. En el caso de no existir interferencia, el nivel de interferencia es igual al nivel del ruido. Sin embargo, en una red UMTS el UE normalmente recibe señales de varias estaciones bases, todas transmitiendo a la misma frecuencia. Dado esto es posible que estando cerca de una estación base, se presente niveles altos de interferencia impidiendo el registro del UE a la red, esto es debido a que altos niveles de interferencia provienen de una segunda estación base que se encuentra a una distancia cercana. Este efecto es llamado "Pilot Pollution" y al momento de la planificación de la red se trata de evitar que las estaciones bases no estén cerca la una de la otra.

Así mismo para el caso de E_c/I_0 , se presenta a continuación su clasificación según el nivel de interferencia que se obtenga en campo.

- **Bueno:** $E_c/I_0 \geq -8$ dB
- **Aceptable:** -14 dB $\leq E_c/I_0 < -8$ dB
- **Malo:** $E_c/I_0 < -14$ dB

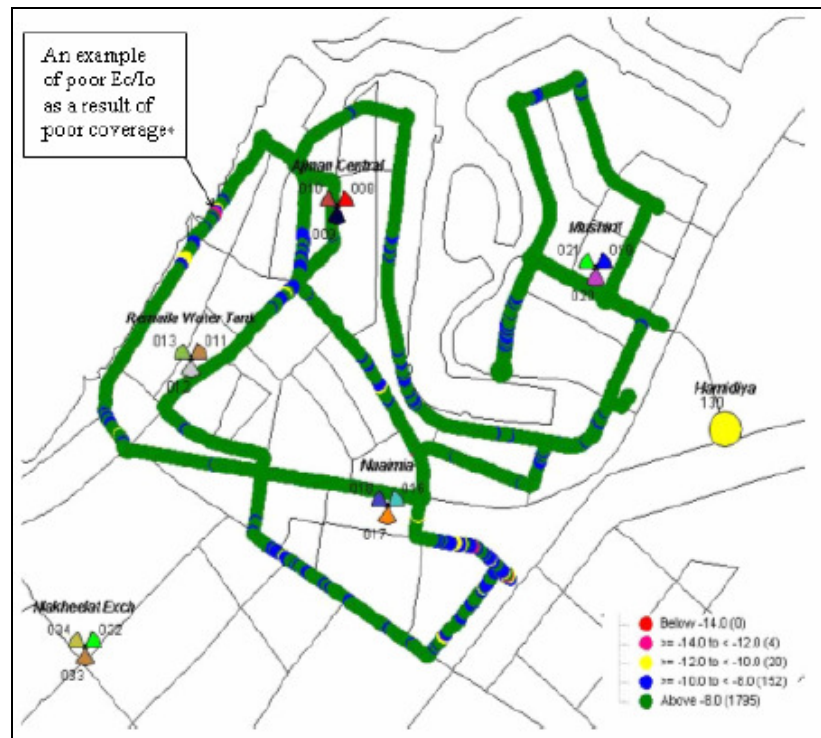


Figura 1.4 Análisis de cobertura en downlink (Ec/Io)

Como se mencionó anteriormente, el Pilot Pollution es uno de los causantes de tener niveles malos de Ec/Io, por lo que se lo define como la cantidad excesiva de pilotos existentes en un punto. Si en una celda tiene presente porcentajes $\geq 8\%$ de Pilot Pollution, esta debería ser investigada y analizada. Usualmente, el número máximo de celdas activas (Pilotos sin Pollution) es 3, por lo tanto si el número de celdas activas es mayor a 3 en un punto determinado, se tendrá Pilot Pollution.

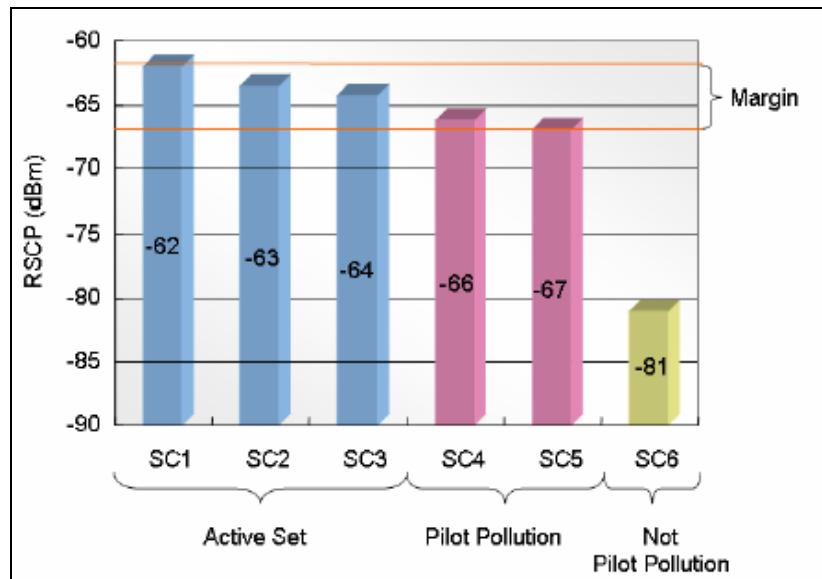


Figura 1.5 Definición de Pilot Pollution – Criterios

1.3 Clases QoS en UMTS

El reto para la infraestructura UMTS es llevar varios tipos de aplicaciones en el mismo medio, cumpliendo así con los objetivos QoS, de esta manera se satisfacen las necesidades del usuario que sólo está interesado en el end-to-end del QoS percibido a nivel de aplicación, por esto es esencial que el sistema use los recursos de transmisión eficientemente. En particular, los enlaces de transmisión y la interfaz de radio deben estar cargados en gran medida de lo posible con los requisitos QoS.

Para conocer uno de estos requisitos, el 3GPP con su TS 23.197 ha definido cuatro clases QoS: Conversacional, Streaming, Interactivo y Background.

Clases de QoS	Retardo	Buffering	Tipo de tráfico	Tasa de bit	Ejemplo
CONVERSACIONAL	Fijo Mínimo Tiempo Real	NO	SIMÉTRICO Bidireccional	Garantizada	Voz Videoteléfono
AFLUENTE (STREAMING)	Constante no mínimo Tiempo real	SI	ASIMÉTRICO Unidireccional	Garantizada	Audio Video
INTERACTIVO	Variable Moderado Tiempo no real	SI	ASIMÉTRICO Bidireccional	NO Garantizada	WEB Localización
DIFERIDO (BACKGROUND)	Variable Grande Tiempo no real	SI	ASIMÉTRICO Bidireccional	NO Garantizada	E-mail descarga datos

Tabla 1.1 Clases de QoS en UMTS

1.3.1 Clase Conversacional

- Servicios en Tiempo Real (RT).
- Limitación del retardo máximo de transferencia consecuencia de la percepción humana de la conversación y sucesión de imágenes.
- Tiempo de transferencia reducido.
- Debe mantenerse la relación temporal entre los elementos de información.
- Telefonía con conmutación de circuitos, voz sobre IP y videoconferencia interactiva.

1.3.2 Clase Afluente (Streaming)

- Servicios en Tiempo Real (RT)
- Servicios unidireccionales.
- Variación temporal entre elementos de información muy reducida.
- No es necesario un retardo de transferencia muy reducido.
- Aplicaciones de audio y video en tiempo real.

1.3.3 Clase Interactiva

- Servicios en Tiempo No Real (NRT).
- Mantenimiento del contenido de la información (baja tasa de errores).
- Retardo limitado.
- Transferencia de datos según un patrón interrogación-respuesta.
- Navegación Web.
- Obtención de datos de un servidor.

1.3.4 Clase Diferida (Background)

- Servicios en Tiempo No Real (NRT).
- Mantenimiento del contenido de la información (baja tasa de errores).
- No se especifican limitaciones temporales.
- Aplicaciones de e-mail, descarga de información desde bases de datos, mensajes cortos.

CAPITULO 2

2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

2.1 Enfoque principal

Nuestro proyecto de tesis se enfoca a solucionar los problemas por alto tráfico de datos (Mbytes) que un nodo soporta por día y a mejorar los recursos de uso potencia¹ que estén trabajando por encima del 75% de manera que el performance del sitio se vea afectado, también se optimiza la calidad de cobertura, todo este análisis se lo realiza en la zona del Centro Comercial Durán Outlet, para esto se proponen 3 etapas que darán como resultado la construcción de un nuevo Nodo B cumpliendo así los objetivos de nuestra tesis.

2.2 Servicios de RF

Los servicios de radiofrecuencia son el principio de la confiabilidad de todo sistema de comunicaciones basado en tecnologías inalámbricas. Los servicios de RF ofrecen variedad de soluciones en sistemas de redes

¹ Terminales conectados simultáneamente, saturando en potencia al Nodo B (20 Watts).

inalámbricas de cualquier plataforma o tecnología y para todo tipo de clientes, de modo que el servicio personalizado nos permite precisar las necesidades y ofrecer resultados de alta calidad.

Los servicios de RF que se utilizan en nuestro proyecto están divididos en 3 etapas, los cuales son:

- Network Planning
- Initial Tuning
- Optimization

2.2.1 Network Planning (Etapa 1)

Está basado en los siguientes pasos o procesos a seguir:

- Diseño, Ingeniería y Planificación de redes UMTS.
- Predicciones de Cobertura.
- Construcción y levantamiento del nuevo Nodo B.

En el capítulo 3 se explicará más en detalle sobre el Network Planning para el nuevo Nodo B a ser puesto al aire. La siguiente figura muestra las partes que conforman un Network Planning.

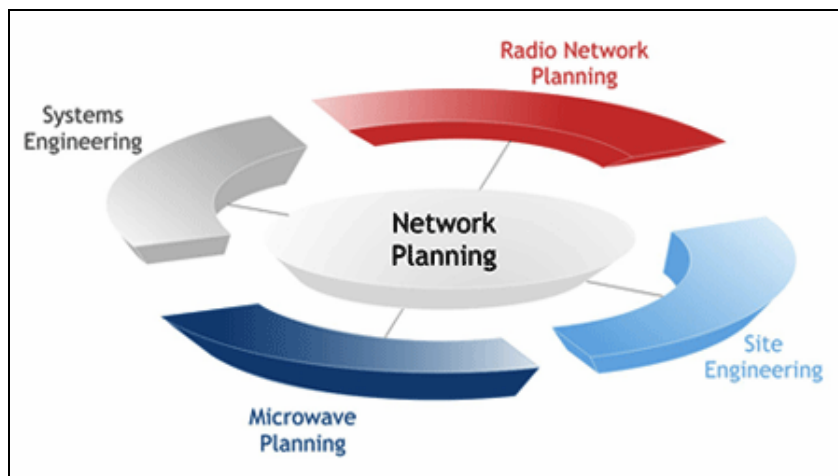


Figura 2.1 Gestión del Network Planning

2.2.2 Initial Tuning (Etapa 2)

Este servicio permite verificar la correspondencia entre la implementación en la red y el diseño de RF. Adicionalmente detecta problemas de hardware, verifica handovers y la calidad de servicios para voz y datos, también verifica la correcta asignación de canales, entre otros.

En el Initial Tuning los siguientes puntos son los que se ejecutan al momento de las pruebas para nuestro proyecto de tesis:

- Verificación de parámetros en el Nodo B (Single Site Verification).
- Verificación de objetivos mediante Drive Test

UMTS Site Acceptance Form					
NodeB	11710	CDLATENISW08			
Date					
Engineer					
Sector X		Sector Y		Sector Z	
Site ID (CellID)		Site ID (CellID)	11718	Site ID (CellID)	
Azimuth		Azimuth	350	Azimuth	
PSC		PSC	404	PSC	
Ec/Io		Ec/Io	-4.00	Ec/Io	
RSCP (dBm)		RSCP (dBm)	-36.33	RSCP (dBm)	
Tx Pwr(dBm)		Tx Pwr(dBm)	-51.75	Tx Pwr(dBm)	
AMR(MO/MT)		AMR(MO/MT)	OK	AMR(MO/MT)	
Video Call		Video Call	OK	Video Call	
PS Call		PS Call	OK	PS Call	
PS Throughput (kbps)		PS Throughput (kbps)	358.5	PS Throughput (kbps)	
HSDPA Call		HSDPA Call	OK	HSDPA Call	
HSDPA Throughput (Mbps)		HSDPA Throughput (Mbps)	1.8	HSDPA Throughput (Mbps)	
2G Voice(2G-2G)		2G Voice(2G-2G)	OK	2G Voice(2G-2G)	
2G Voice(2G-3G)		2G Voice(2G-3G)	OK	2G Voice(2G-3G)	
2G Voice(3G-2G)		2G Voice(3G-2G)	OK	2G Voice(3G-2G)	
SMS		SMS	OK	SMS	
MMS		MMS	-	MMS	
Softer Handover		Softer Handover	OK	Softer Handover	
RTWP (sin carga dBm)		RTWP (sin carga dBm)	-104	RTWP (sin carga dBm)	
RTWP (con carga dBm)		RTWP (con carga dBm)	-105	RTWP (con carga dBm)	

WCDMA	
Type	Value
RRC State	CELL_DCH
UARFCN UL	832.40
UARFCN DL	877.40
RNC ID	1002
CELL ID	11718
URA ID	50141
Cell Barred	Cell not barred
Cell Reserved	Cell not reserved
Cell Reserved for SoLSA	Cell not reserved for SoLSA
UE Camped on a cell	UE camped on a cell

Serving/Active Set				
Freq DL	P-SC	Ec/Io	RSCP	PS DL
877.40	32	-4.00	-36.33	HSDPA

Power	
Type	Value
Rx	-32.50
Tx	-51.75

Figura 2.2 Ejemplo para verificación de parámetros en una celda usando GENEX PROBE

En el capítulo 4 se explicará más en detalle sobre el Initial Tuning para el nuevo Nodo B a ser puesto al aire y su aplicación en campo.

2.2.3 Optimización (Etapa 3)

Mediante el análisis de los parámetros de calidad y desempeño de la red UMTS efectuados en el Drive Test permitirá obtener los resultados apropiados para calcular los nuevos datos que serán la base para adecuar la red.

OPTIMIZACIÓN DE LA RED

Este estudio se lo efectúa de tal manera que los datos que se han obtenido del Drive Test en el Initial Tuning puedan ser optimizados, esta optimización consiste de los siguientes procesos:

- Realización de ajustes de sistema radiante (azimut, tilt mecánico, tilt eléctrico).
- Configuración del sitio (Plan de frecuencias, vecindades, longitud, latitud, altura).
- Control de propagación, redistribución de cobertura y tráfico (KPI's del sistema²).

² Los KPI's determinan el performance de una red.



Figura 2.3 Ajustes mecánicos en una celda UMTS

KPI	Target
RRC_Setup_Success_Ratio	98.00%
CS_RRC_Setup_Success_Ratio	98.00%
PS_RRC_Setup_Success_Ratio	97.00%
AMR_RAB_Setup_Success_Ratio	98.00%
VP_RAB_Setup_Success_Ratio	97.50%
PS_RAB_Setup_Success_Ratio	97.00%
HSDPA_RAB_Setup_Success_Ratio	97.00%
AMR_Completion_Success_Ratio	95.55%
VP_Completion_Success_Ratio	95.55%
PS_Completion_Success_Ratio	92.15%
HSDPA_Completion_Success_Ratio	92.15%
AMR_Call_Drop_Ratio	1.50%
VP_Call_Drop_Ratio	2.00%
PS_Call_Drop_Ratio	5.00%
HSDPA_Call_Drop_Ratio	5.00%
Soft_Handover_Success_Ratio	98.00%

Figura 2.4 KPI's del sistema

En el capítulo 4 se explica más en detalle sobre la optimización para el nuevo Nodo B a ser puesto al aire y su aplicación en campo.

CAPITULO 3

3. NETWORK PLANNING

3.1 Radio Network Detailed Planning Service

En este capítulo se describen los métodos y procedimientos del Detailed Planning que anteriormente se mencionó. También se describe los principios que deben seguirse para asegurar un Planning preciso y fiable. El objetivo de este capítulo es mostrar los pasos y las herramientas que se utilizan para el levantamiento del nuevo Nodo B.

3.2 Identificación del problema

Para decidir si un nuevo Nodo B debe ser adicionado se consideran los siguientes criterios:

- Estadísticas de la RNC (KPI's de la Red)
- Drive Test

3.2.1 Estadísticas de la RNC

Este criterio consiste en analizar periódicamente todos los Nodos B existentes en Ecuador de una operadora local por medio de los

KPI's, este análisis se lo puede visualizar con la ayuda de la herramienta GENEX NASTAR, la cual indica los problemas que se presentan en los Nodos, para nuestro caso se hace uso de los KPI's que indican la carga de tráfico, uso de potencia y número de usuarios HSDPA que soporta un sitio por día (Ver figura 3.3 y 3.4). Con estos indicadores se puede identificar el Nodo B que presenta congestión por alto tráfico de datos y uso de potencia elevado, para que luego se analice y se busque solución a este problema, para nuestro caso puntual la solución es adicionar un nuevo Nodo B en la ciudad de Durán.

3.2.2 Drive Test

Este criterio ayuda a observar que zonas están afectadas por mala calidad de cobertura cada vez que un Nodo B es puesto al aire, esto se hace cada cierto tiempo mediante las pruebas de Drive Test para la optimización de los Nodos B, como se observa en la siguientes figuras los plot para RCSP e Ec/Io muestran donde sería una buena opción ubicar una nuevo Nodo B.

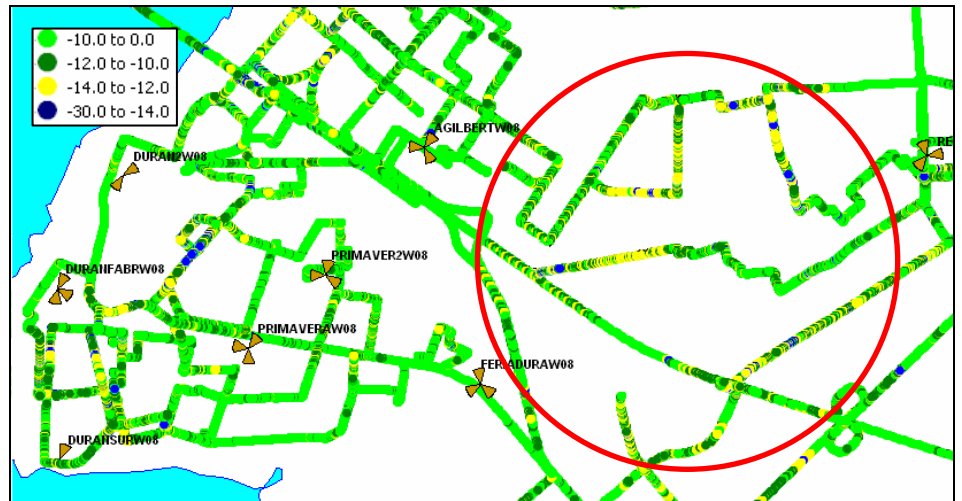


Figura 3.1 Plot Ec/lo con niveles bajos

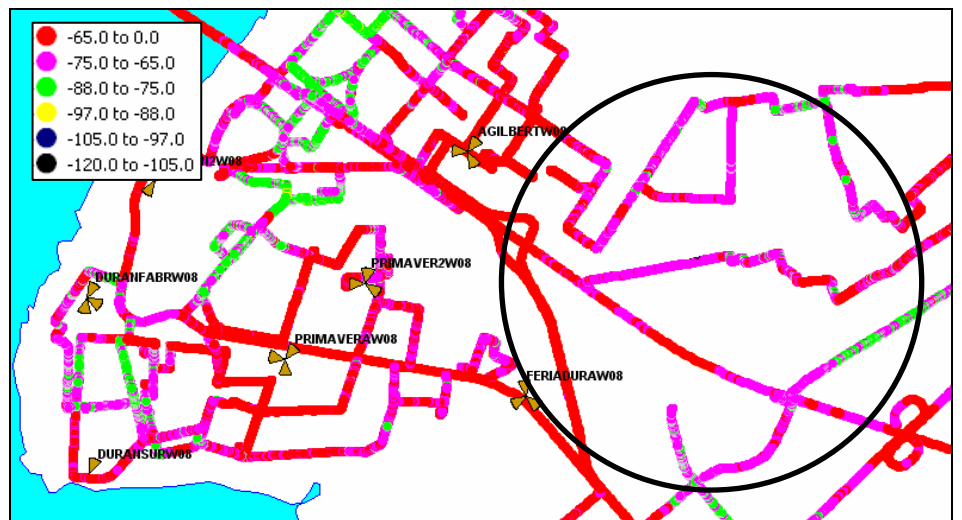


Figura 3.2 Plot RSCP con niveles bajos

3.3 Solución a los problemas

Luego de saber cuales son los criterios que se deben analizar para cubrir con los problemas de congestión de alto tráfico y mala calidad de cobertura en la zona del Centro Comercial Durán Outlet, se propone la siguiente solución.

En las siguientes figuras se muestra la congestión de las celdas AGILBERTX, AGILBERTY, RECREODURY por alto tráfico y el número de usuarios HSDPA por día desde la fecha 01-Mayo-2009 hasta 10-Septiembre-2009, en la figura 3.9 se puede observar cuales son estas celdas, además se puede apreciar que el Drive Test de la figura 3.10 realizado dentro del rango de la fecha mencionada anteriormente dentro de los círculos rojos tiene mala calidad de cobertura.

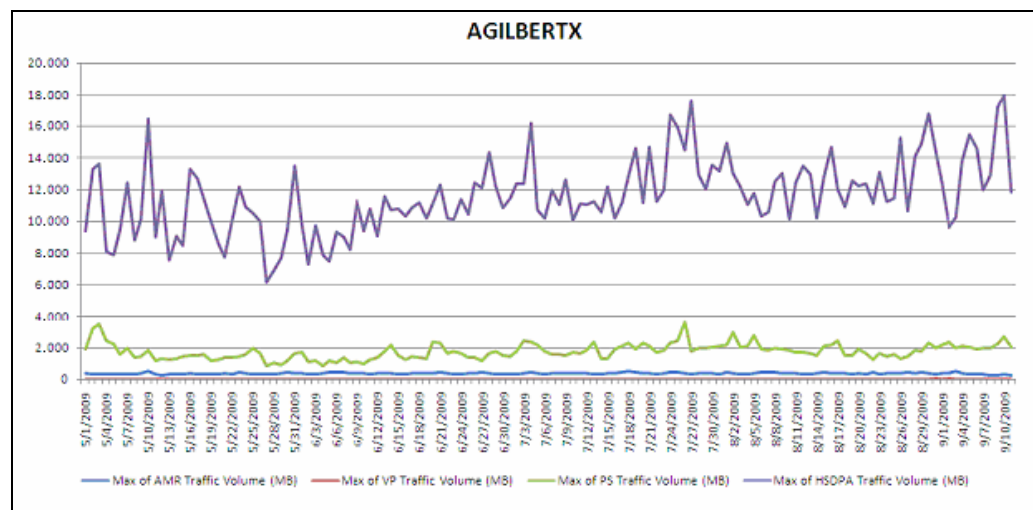


Figura 3.3 Tráfico de la celda AGILBERTX

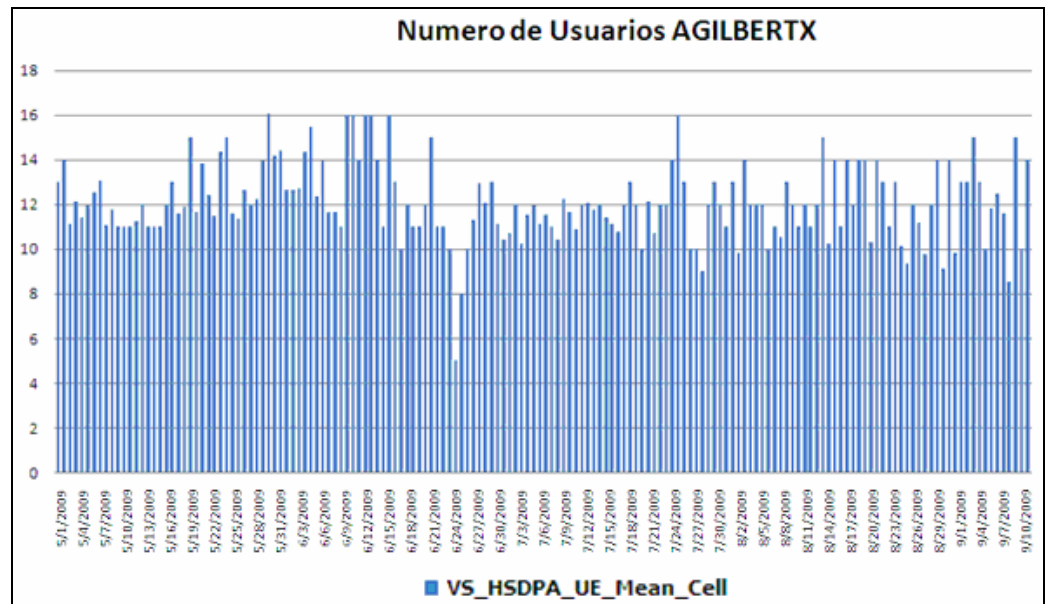


Figura 3.4 Usuarios HSDPA en la celda AGILBERTX

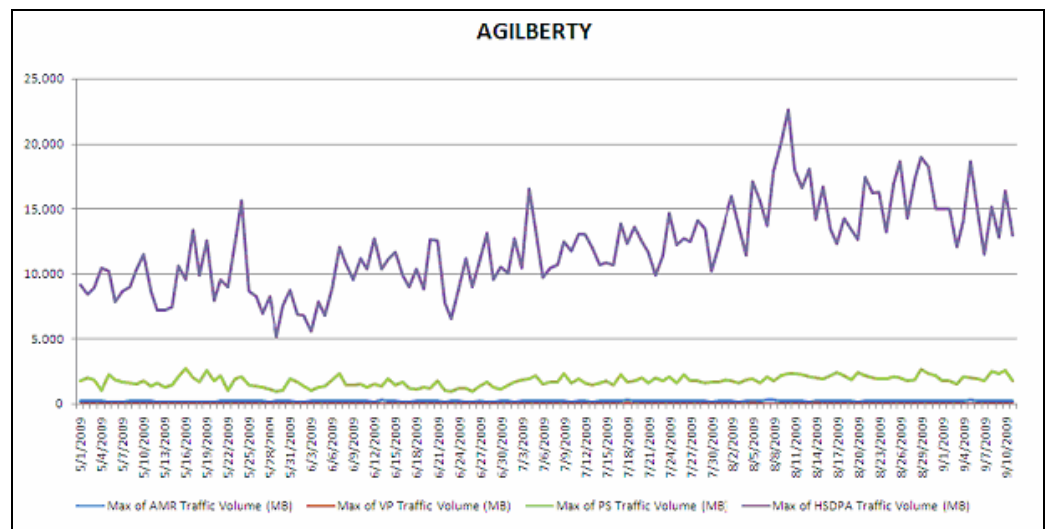


Figura 3.5 Tráfico de la celda AGILBERTY

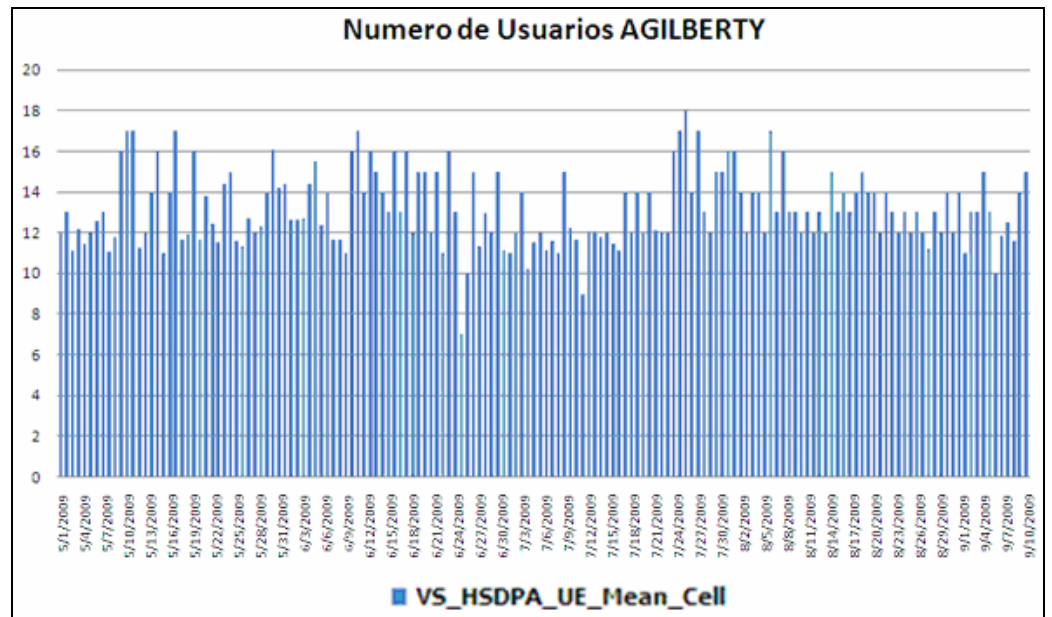


Figura 3.6 Usuarios HSDPA en la celda AGILBERTY

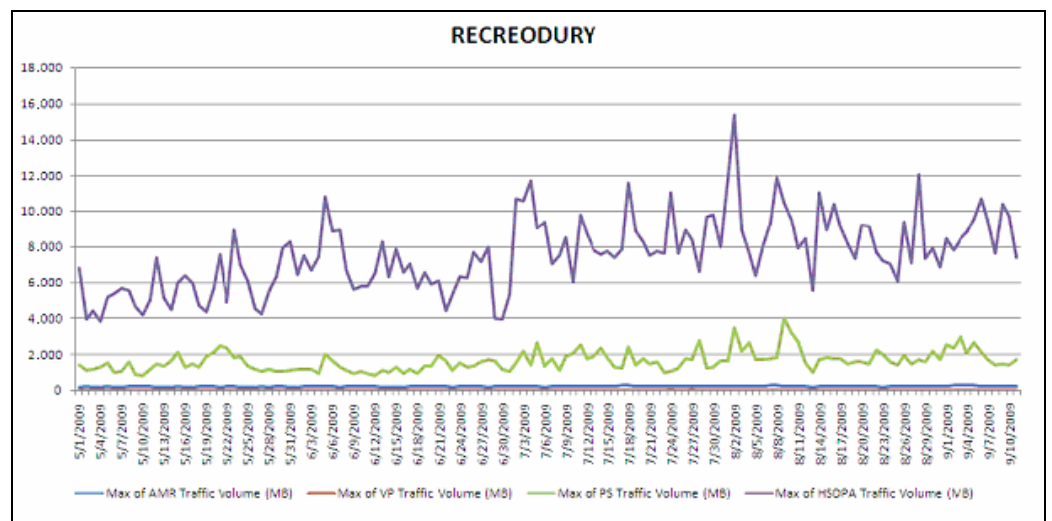


Figura 3.7 Tráfico de la celda RECREODURY

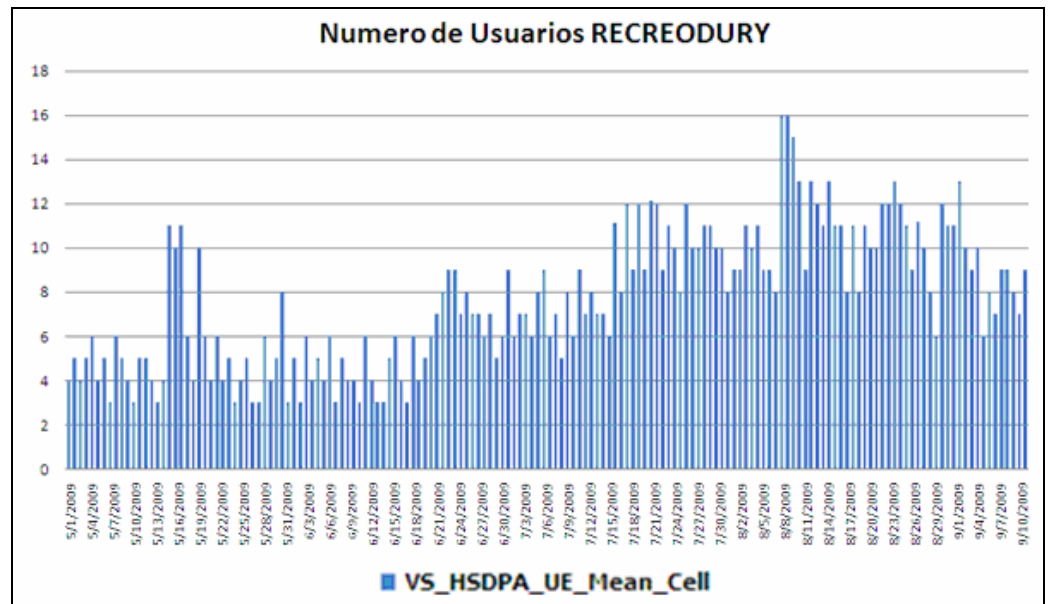


Figura 3.8 Usuarios HSDPA en la celda RECREODURY

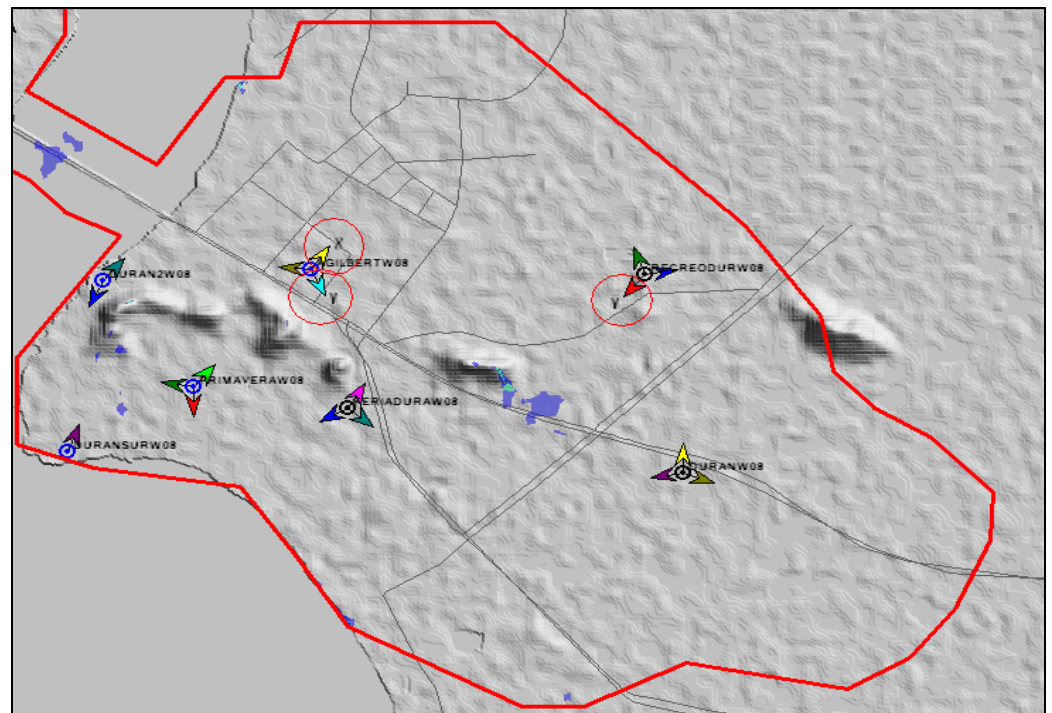


Figura 3.9 Celdas con alto tráfico

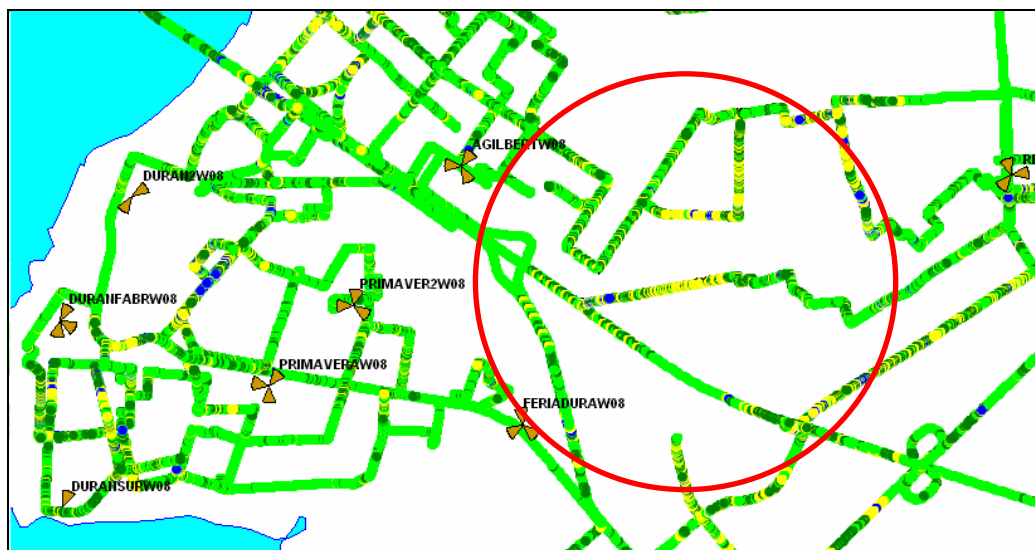


Figura 3.10 Drive Test realizado con anterioridad en la optimización de los nodos de la ciudad de Durán

Luego de darnos cuenta donde está el problema, se basa en los criterios antes mencionados para tomar la decisión que un nuevo Nodo B debe ser adicionado en la zona de afectación que se muestra en la siguiente figura.

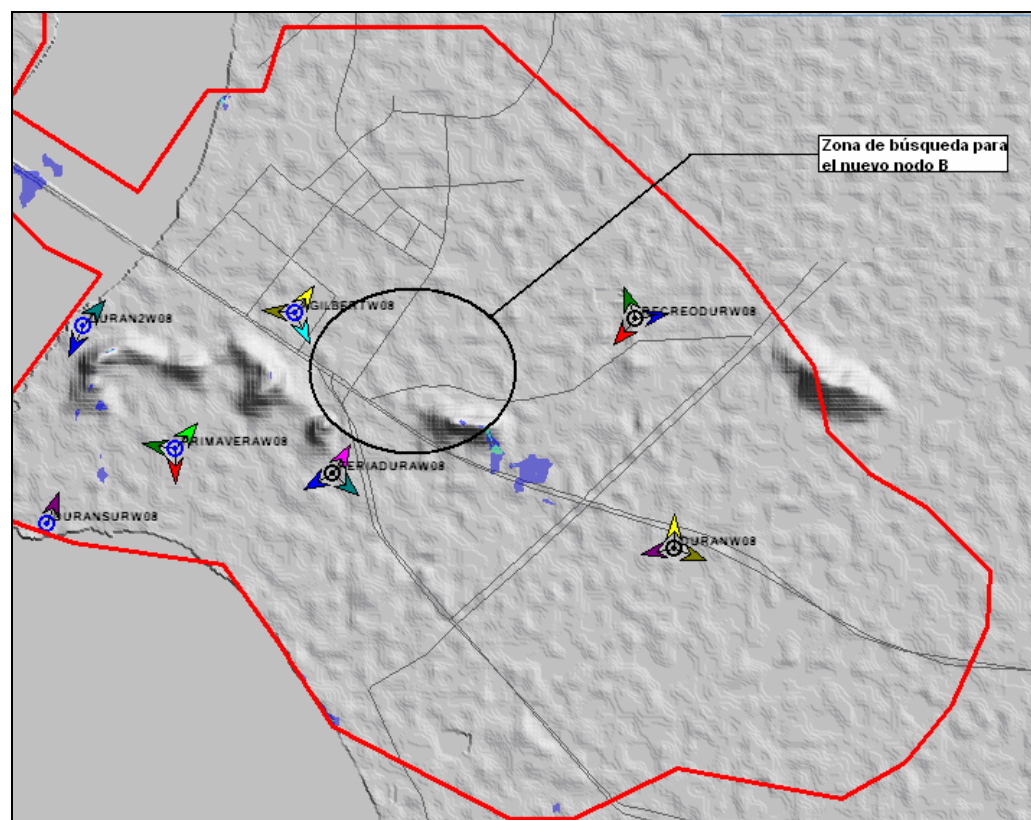


Figura 3.11 Zona para la construcción del nuevo Nodo B

3.4 Información del Nodo B Planeado

A continuación se detalla la información del nuevo Nodo B a ser construido.

Nombre del Sitio	DURANOUTLET	ID de la Estación	DURANOUTLW08
Provincia	GUAYAS	Ciudad	DURAN

Tabla 3.1 Información del Nodo B

3.5 Información General

El nuevo Nodo B DURANOUTLET se lo planifica con el objetivo de disminuir el alto tráfico de datos y disminuir la congestión de potencia en las celdas AGILBERT(X-Y) y RECREODURY, y lo que respecta con problemas de calidad de cobertura alrededor de la zona del Centro Comercial Durán Outlet. En nuestro proyecto de tesis se presentan los resultados de la simulación de Final Planning para la inclusión del nuevo Nodo B DURANOUTL, así como la configuración final RF y los parámetros de configuración del nuevo sitio.

3.6 Distribución del Sitio

En la Figura 3.12 se presenta el nuevo Nodo B DURANOUTLET y los sitios vecinos. Esta es una predicción hecha con la herramienta U-NET, con esta herramienta se puede visualizar el nuevo Nodo B ingresando las coordenadas en donde se construirá.

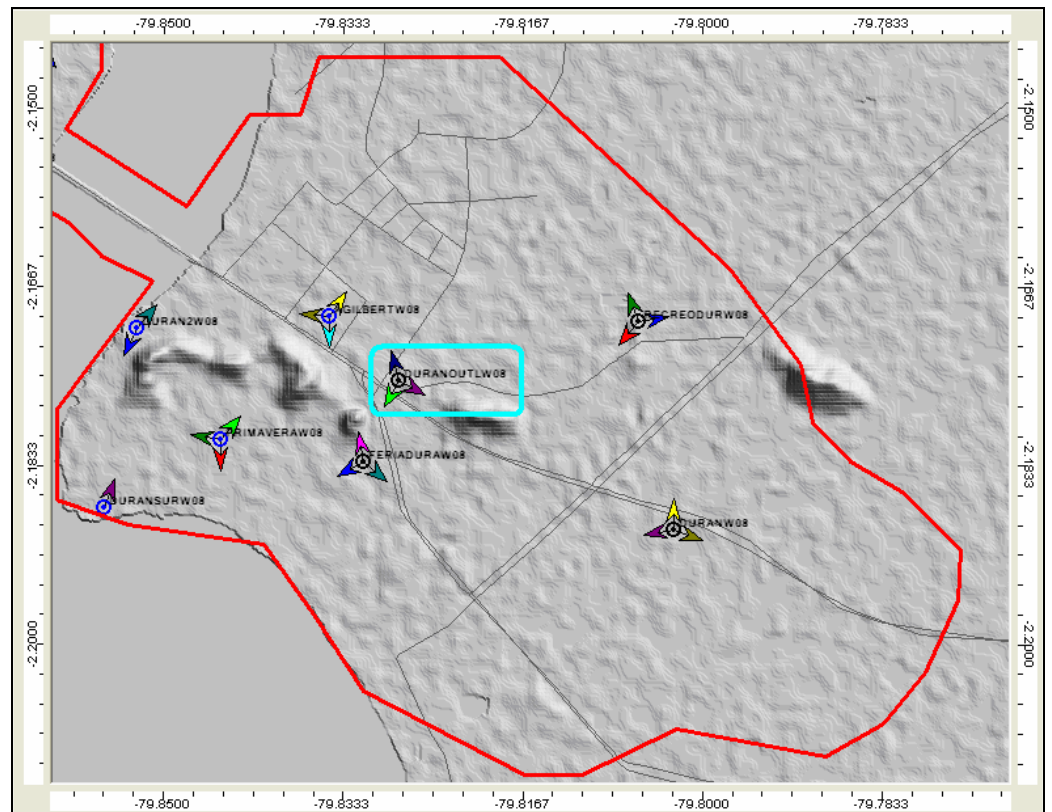


Figura 3.12 Predicción del nuevo sitio y sus vecinos

Num	Site	Site ID	Propagation model
1	DURAN OUTLET	11600	Suburban

Tabla 3.2 Distribución del Sitio

3.7 Configuración RF del nuevo sitio

Toda la información que detalla la configuración RF se la ha obtenido como resultado del estudio para la ubicación del nuevo sitio, aquí se proponen los parámetros que previo se irán a setear en los equipos, así como también el modelo de antena a utilizarse y sus configuraciones físicas que van por defecto. Anexo al final de nuestra tesis se adjunta el datasheet del modelo de antena instalado en el Nodo B.

3.7.1 Parámetros Físicos de Configuración RF del nuevo sitio

	Sector X	Sector Y	Sector Z
Banda de Operación	850Mhz	850Mhz	850Mhz
Orientación de la antena (Azimut)	120°	210°	345°
Altura de antena (desde el suelo)	21mts	18mts	21mts
Tipo de Antena	RFS-906516	RFS-906516	RFS-906516
Tilt Mecánico	0°	0°	0°
Tilt Eléctrico	3°	4°	5°

Tabla 3.3 Parámetros físicos del sitio

3.7.2 Parámetros de Optimización en celdas vecinas

A continuación se detalla los ajustes de optimización RF para las celdas vecinas en la zona de influencia del nuevo Nodo B propuesto.

NodeB Name	Cell Name	PSC	Parameter Change	Old value	New value	Remarks
AGILBERTW08	AGILBERTY	192	HEIGHT	27.5	22	Optimización
			AZ	155	180	
			EDT	4	6	
FERIADURW08	FERIADURX	120	HEIGHT	24	18	Optimización
			AZ	30	350	
			EDT	4	7	
			MDT	0	1	

Tabla 3.4 Parámetros de Optimización de Vecinos

3.8 Predicciones del Nodo B Planificado

En esta sección se verá que según las predicciones elaboradas con la herramienta U-NET se puede observar el performance del nuevo sitio, en donde se incluye su cobertura a nivel de Ec/Io y RSCP, así como también la cobertura HSDPA que puede ofrecer.

3.8.1 Predicción de Cobertura RSCP

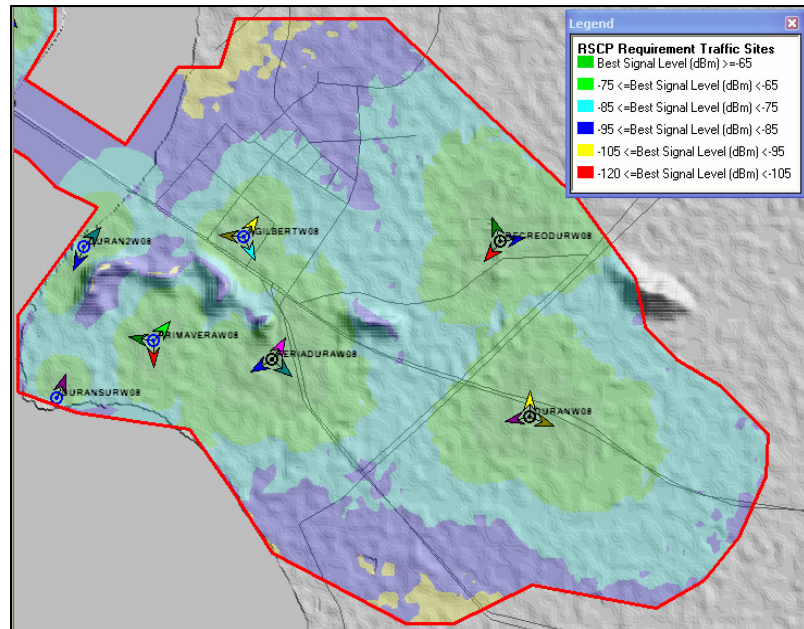


Figura 3.13 Predicción RSCP sin el nuevo Nodo B

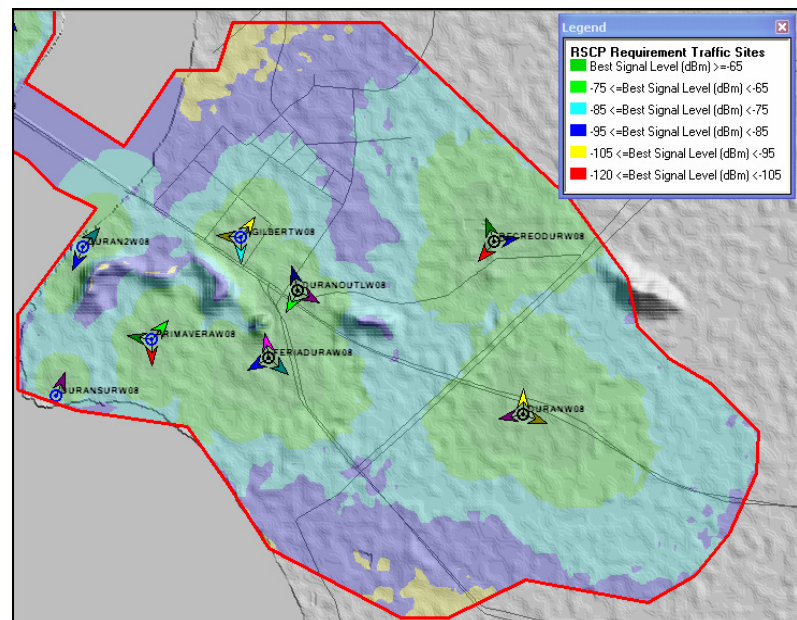


Figura 3.14 Predicción RSCP incluyendo al nuevo Nodo B

DURANOUTL

3.8.2 Predicción del Ec/lo

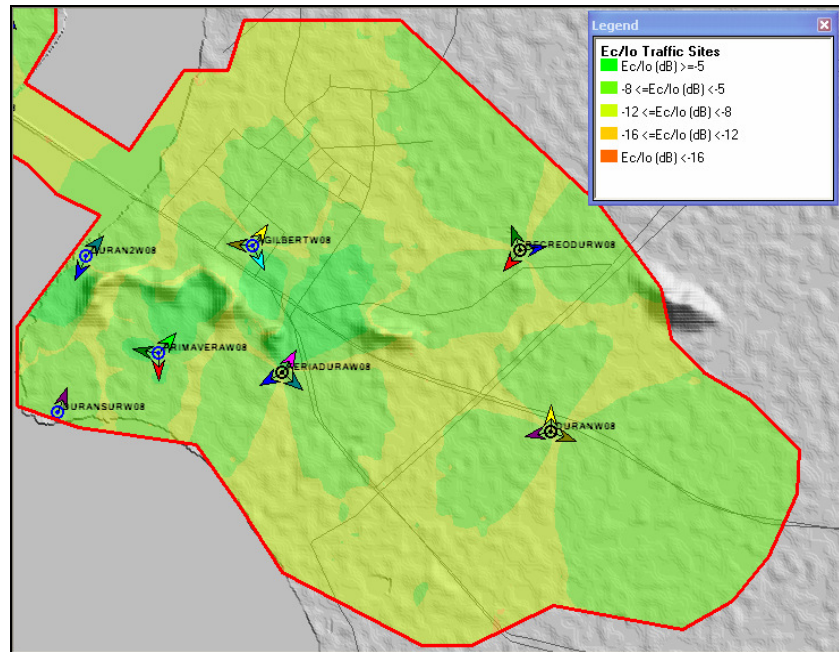


Figura 3.15 Ec/lo sin el nuevo Nodo B

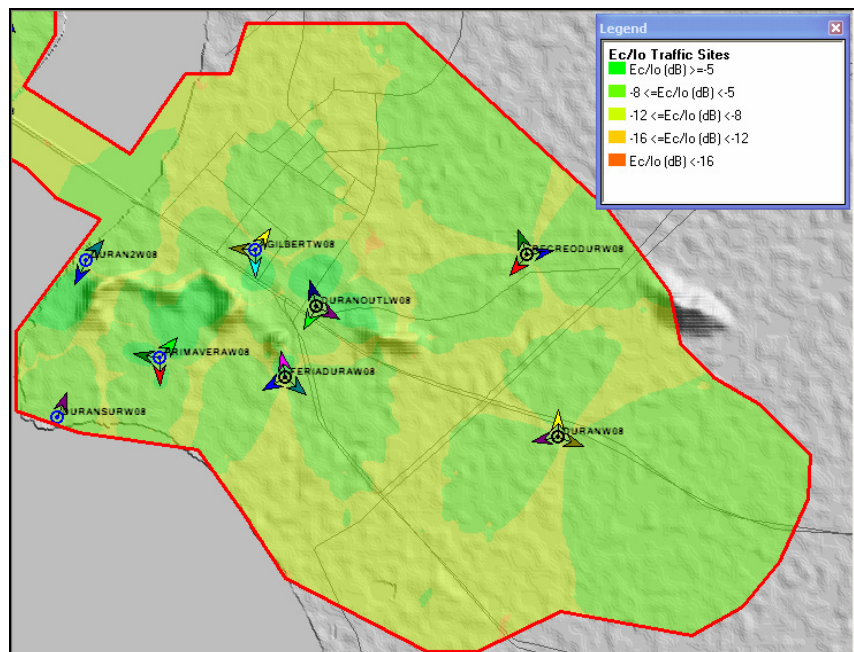


Figura 3.16 Ec/lo Incluyendo al nuevo Nodo B DURANOUTL

3.8.3 Predicción de HSDPA (Datos)

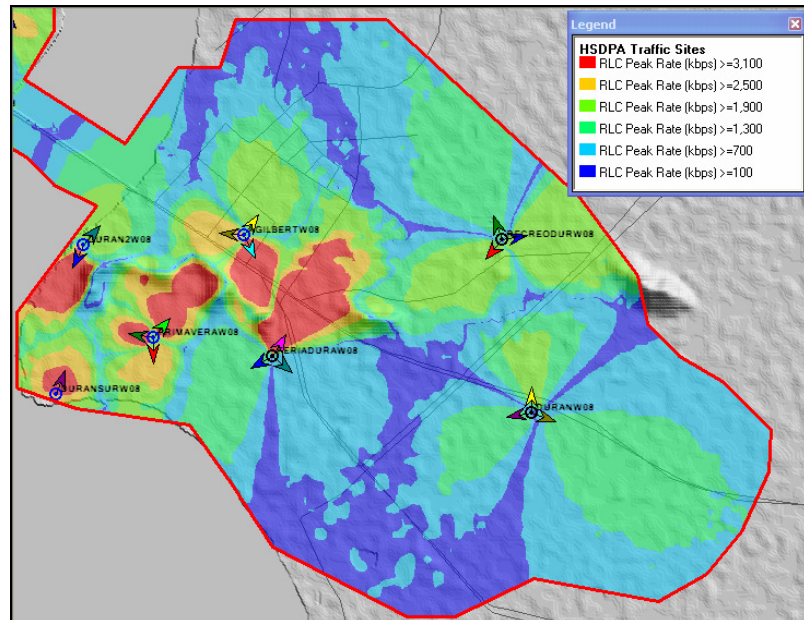


Figura 3.17 Distribución HSDPA sin el nuevo Nodo B

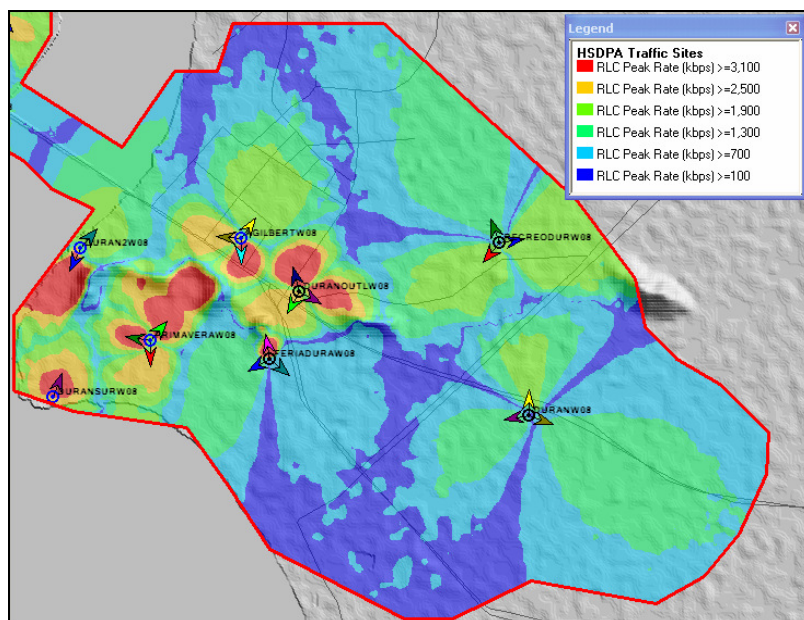


Figura 3.18 Distribución HSDPA Incluyendo al nuevo Nodo B

DURANOUTL

CAPITULO 4

4. INITIAL TUNING Y OPTIMIZATION

4.1 Initial Tuning Service

En este capítulo se describen los métodos y procedimientos del Initial Tuning. También se describe los principios que deben seguirse para asegurar una etapa de Optimización fiable. El objetivo de este capítulo es mostrar los pasos y las herramientas que se utilizan para el estudio de cobertura para el levantamiento de el nuevo Nodo B [6].

4.2 Preliminar Initial Tuning

En este paso se procede a realizar el Drive Test alrededor del nuevo sitio DURANOULT, la ruta de la define según su modelo de cobertura como se muestra a continuación:

Sitio Urbano: Ruta de 1 Km. a la redonda, si dentro del 1er Km. no se encuentran incluidos los nodos vecinos del primer radio de HO, la ruta se extenderá hasta incluir el primer radio de HO.

Sitio Suburbano: Ruta de 3 Km. a la redonda, si dentro del 3er Km. no se encuentran incluidos los nodos vecinos del primer HO, la ruta se extenderá hasta incluir el primer radio de HO.

Sitio Rural: Ruta de 7 Km. a la redonda, si dentro del 7mo Km. no se encuentran incluidos los nodos vecinos del primer HO, la ruta se extenderá hasta incluir el primer radio de HO.

En nuestro caso el modelo de cobertura para el nuevo Nodo B es Suburbano, a continuación se muestra la ruta que se definió para el Drive Test.

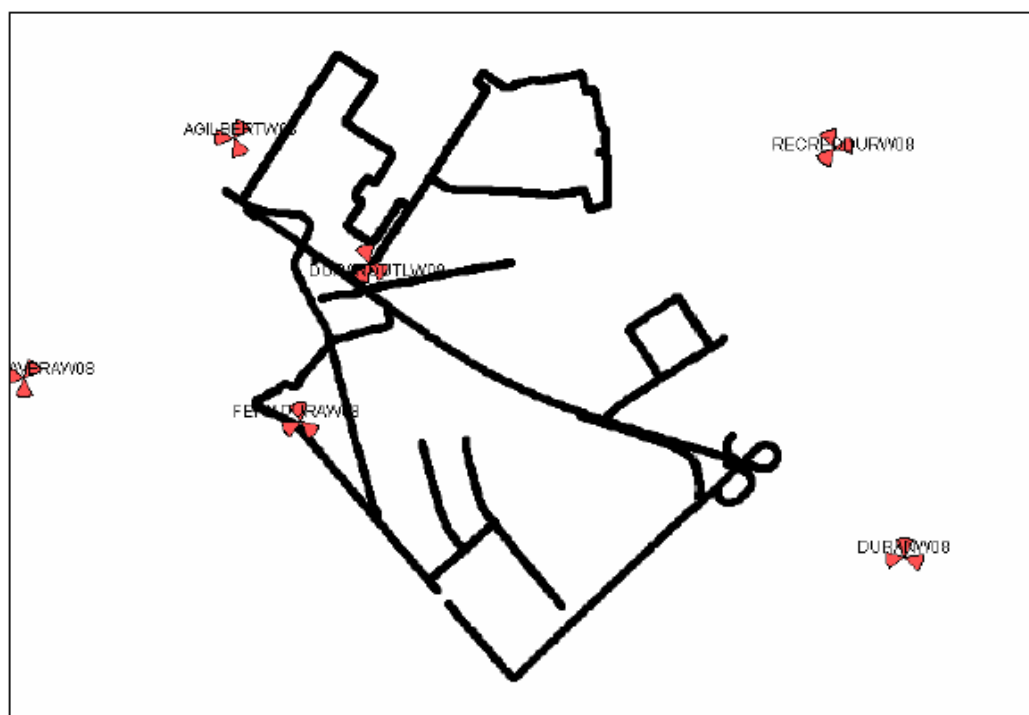


Figura 4.1 Ruta para el Drive Test

Al culminar el Drive Test se procede a analizar los datos recolectados en campo, este análisis consiste ver las zonas en donde los niveles de Ec/Io y RSCP son malos, para luego proponer soluciones a estos problemas. A continuación se muestran los plot de Ec/Io, RSCP y SC vistos desde el UE, para este caso se considera que el target que se desea alcanzar es del 95%, este target es un acuerdo que hace el cliente y el proveedor al iniciar un nuevo proyecto.

4.2.1 Mejor Ec/Io medido del UE

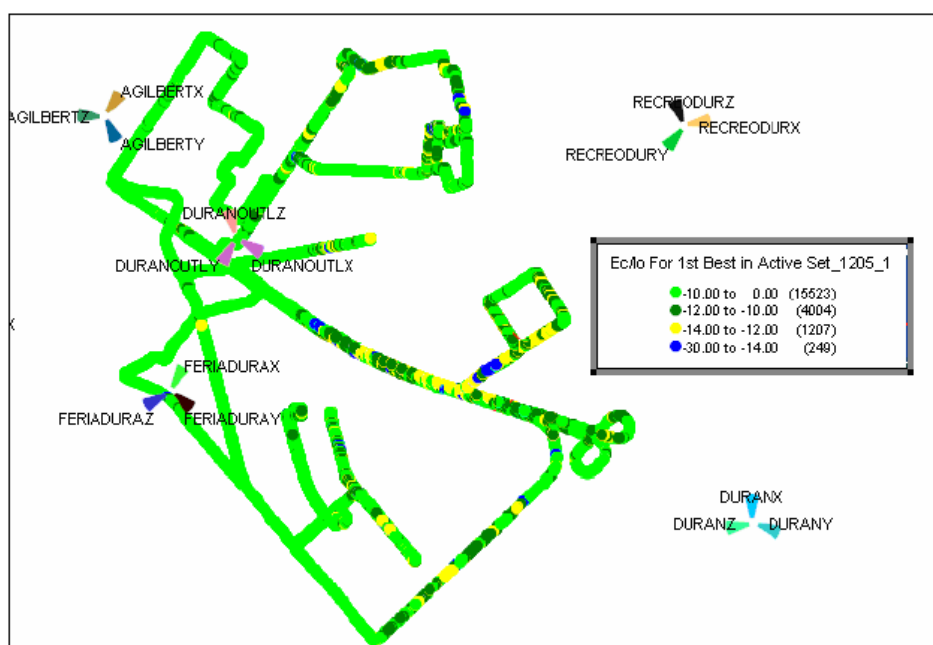


Figura 4.2 Ec/Io del UE

$$Target(Ec/Io)\% = \frac{Muestras_{\geq -12dB}}{Total_de_Muestras} \times 100 = \frac{19527}{20983} \times 100 = 93.06\%$$

4.2.2 Mejor RSCP medido del UE

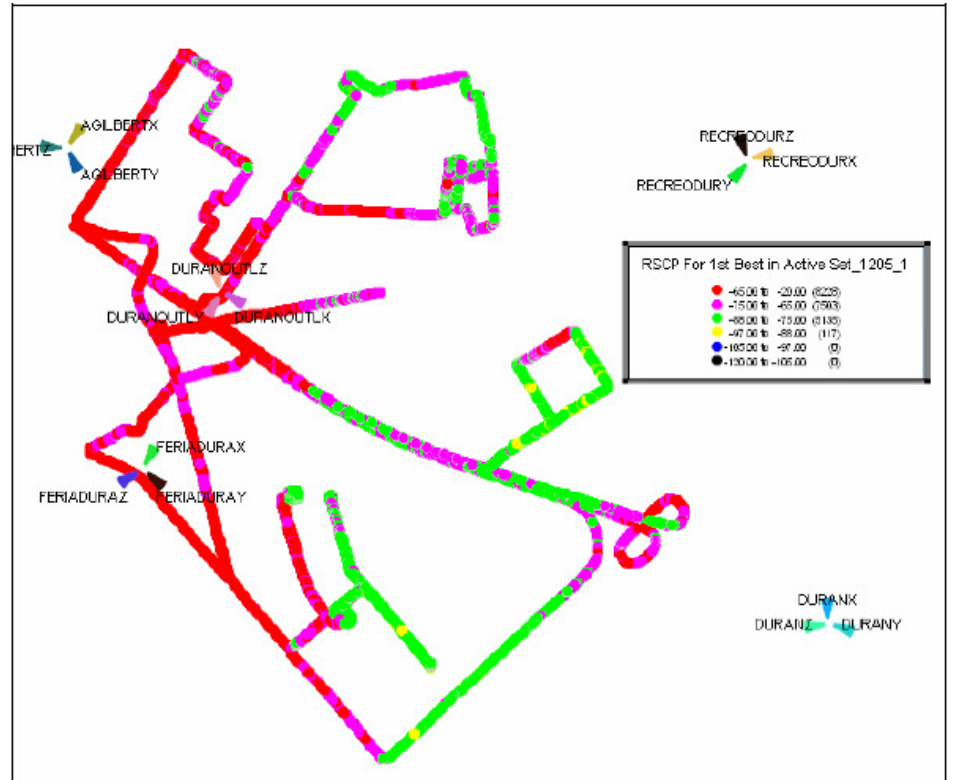


Figura 4.3 RCSP del UE

$$Target(RSCP)\% = \frac{Muestras_{\geq -88dBm}}{Total_de_Muestras} \times 100 = \frac{20866}{20983} \times 100 = 99.44\%$$

4.2.3 Scrambling Code medido del UE

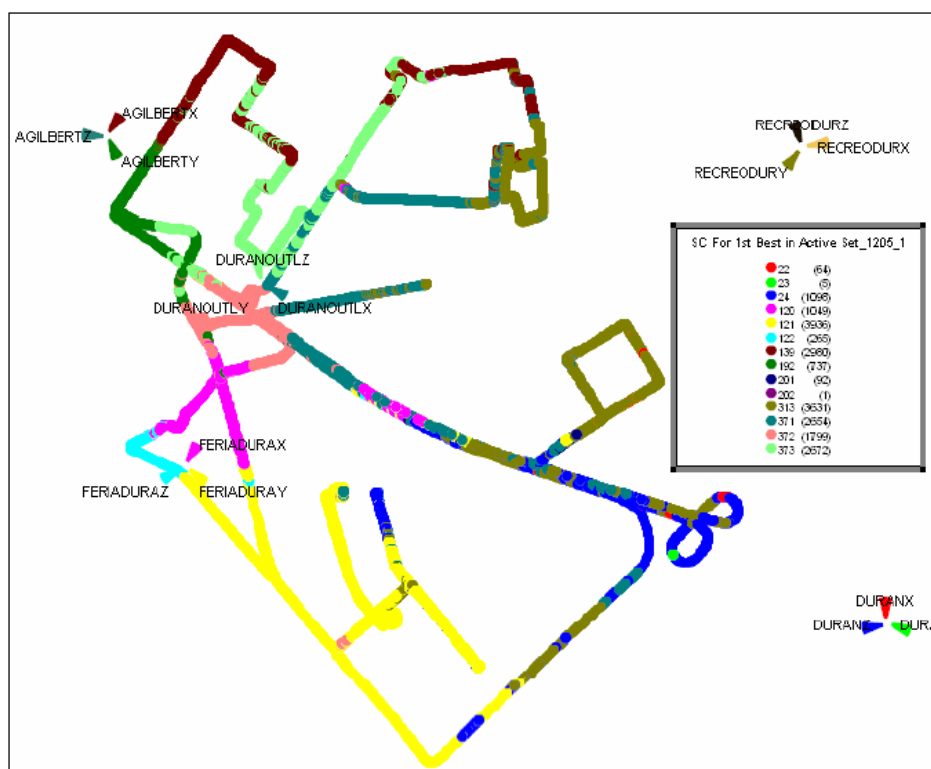


Figura 4.4 SC del UE

4.3 Optimización

En esta etapa se proponen los cambios para mejorar el performance en todo el recorrido del Drive Test, como se puede observar en la figura 4.5 la zona encerrada en el círculo rojo presenta niveles de $E_c/I_0 < -14$ dB, estos niveles se deben a que no existe un servidor dominante en esa zona creando Pilot Pollution por las celdas RECREODURY y DURANZ, la idea es sacar a estas celdas de esa zona para que DURANOUTLX sea el servidor dominante.

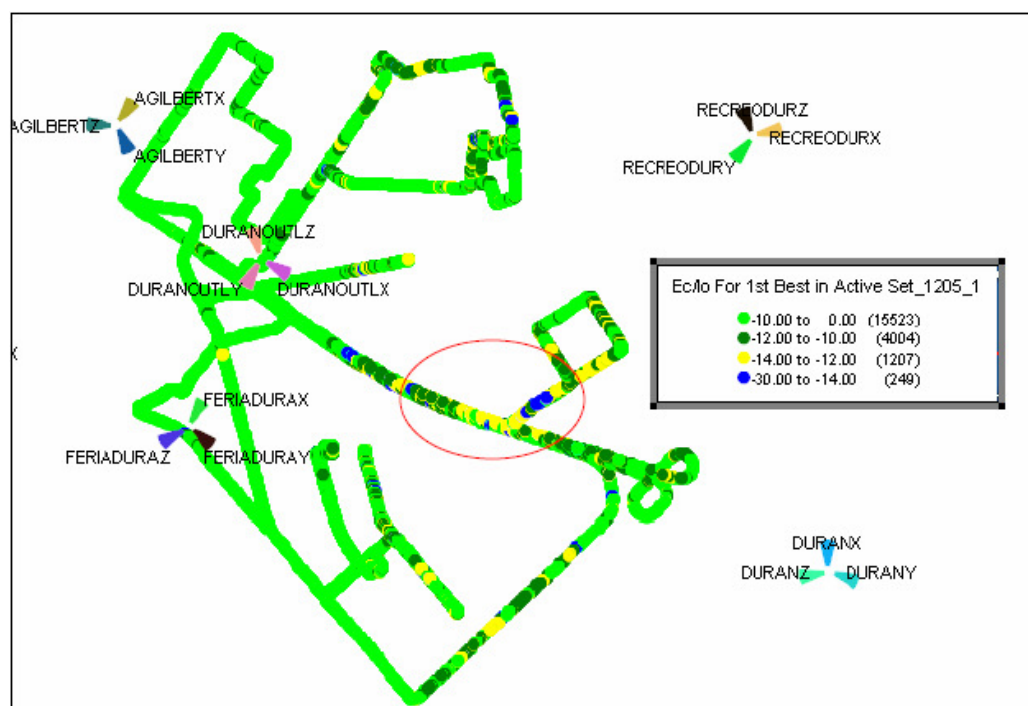


Figura 4.5 Drive Test Initial Tuning

A continuación se muestra la lista de cambios para mejorar el performance alrededor del nuevo Nodo DURANOUTL.

Site Name	Cell Name	Parameter Change	Old Value	New Value	PSC
DURANW08	DURANZ	EDT	6	7	24
RECREODURW08	RECREODURY	MDT	0	2	313
AGILBERTW08	AGILBERTY	EDT	4	6	192
AGILBERTW08	AGILBERTX	EDT	3	5	139
DURANOUTLW08	DURANOUTLY	EDT	4	6	372
DURANOUTLW08	DURANOUTLX	EDT	3	2	371

Tabla 4.1 Lista de parámetros de configuración

Para ver un posible resultado de los cambios en el sistema de antenas se adjunta una predicción de cobertura con la configuración actual y otra con los cambios implementados elaborados con la herramienta U-NET.

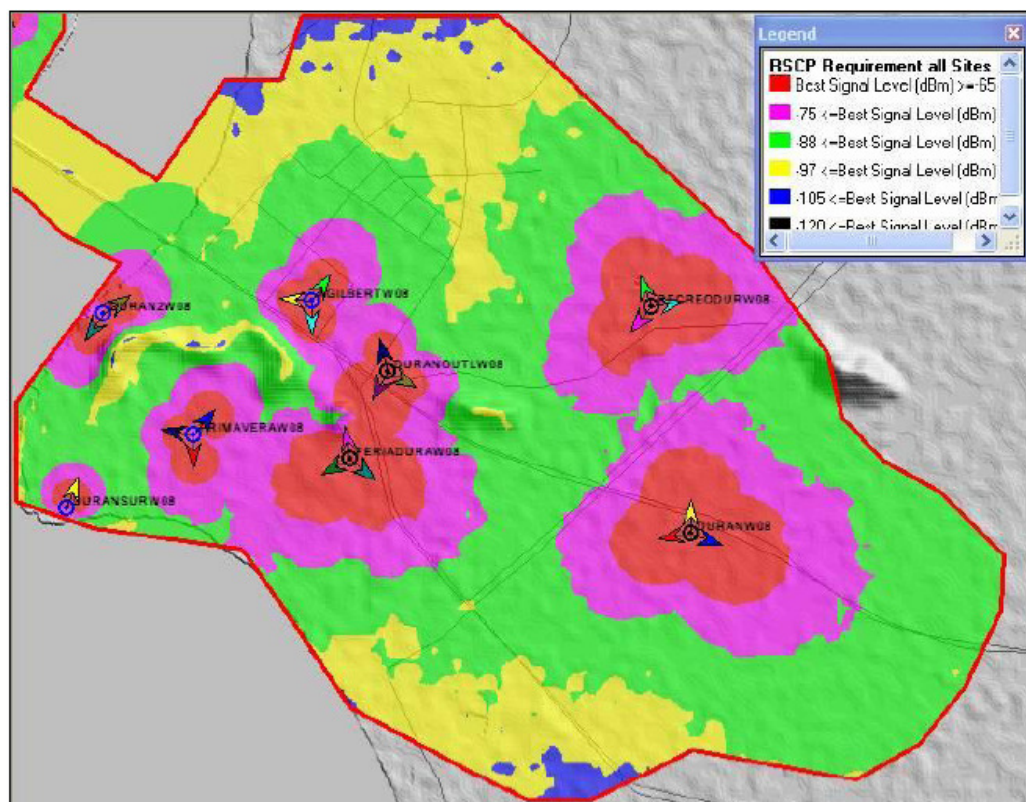


Figura 4.6 Predicción antes de la configuración de los parámetros

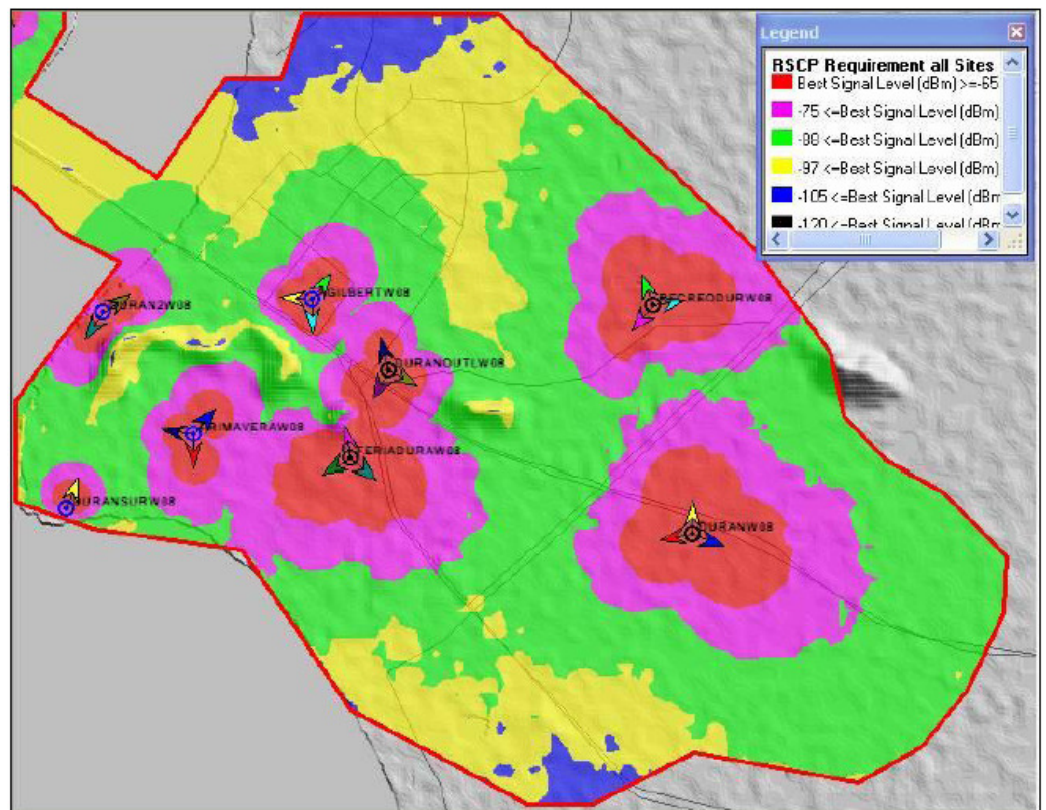


Figura 4.7 Predicción después de la configuración de los parámetros

CAPITULO 5

5. NEW SITE VERIFICATION

5.1 New Site Verification Report

Este capítulo contiene los resultados del último drive test ejecutado en el área de influencia del nuevo sitio DURANOUTL previo a los cambios efectuados en la etapa de Optimización. Al finalizar las 3 etapas se culmina con la entrega del reporte final del nuevo sitio, el cual está conformado de las siguientes partes:

- Plot de E_c/I_o con buen performance (Muestras $E_c/I_o \geq -12$ dB en un 95%).
- Plot de RSCP con buen performance (Muestras RSCP ≥ -88 dBm en un 95%).
- Plot Scrambling Code.
- Plot RSCP de cada sector del nuevo sitio.
- KPI's HSDPA Traffic Volume y TCP de cada sector del nuevo sitio.

5.2 Performance

Para saber si el desempeño del efecto causado por el levantamiento de un nuevo Nodo ha mejorado se analizan los plots de Ec/Io, RSCP y SC, a continuación se muestran los respectivos plots y los target a cumplir.

5.2.1 Ec/Io medido del UE

Los siguientes plot muestran el Ec/Io medido del UE.

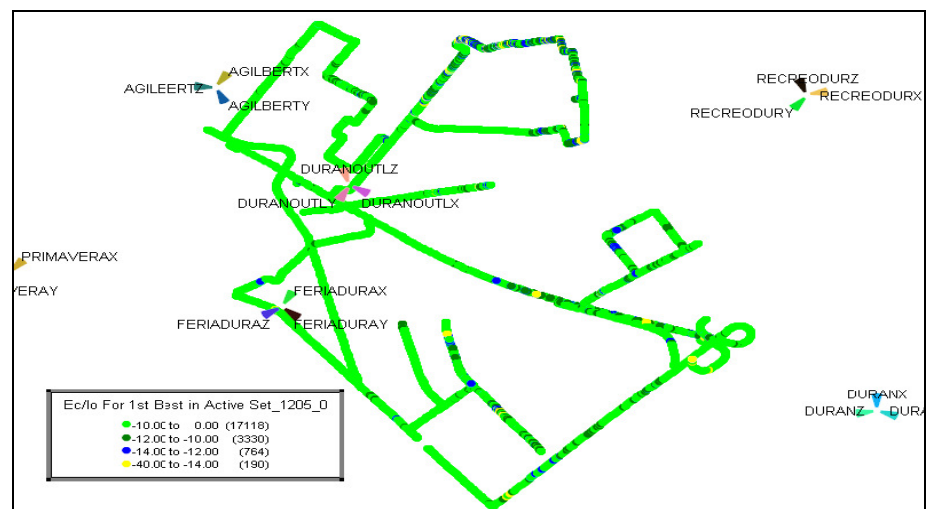


Figura 5.1 Ec/Io del UE

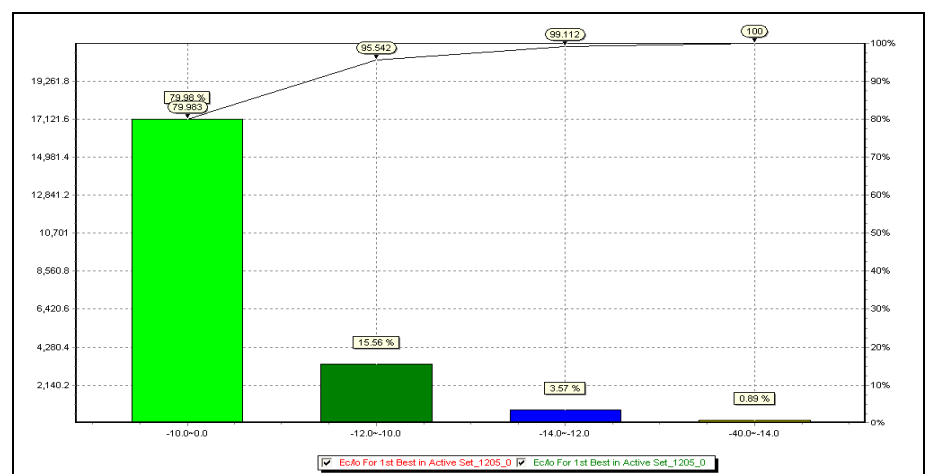


Figura 5.2 Histograma del Ec/Io del UE

$$Target(Ec/Io)\% = \frac{Muestras_{\geq -12dB}}{Total_de_Muestras} \times 100 = \frac{20448}{21402} \times 100 = 95.54\%$$

5.2.2 RSCP medido del UE

Los siguientes plot muestran el RSCP medido del UE.

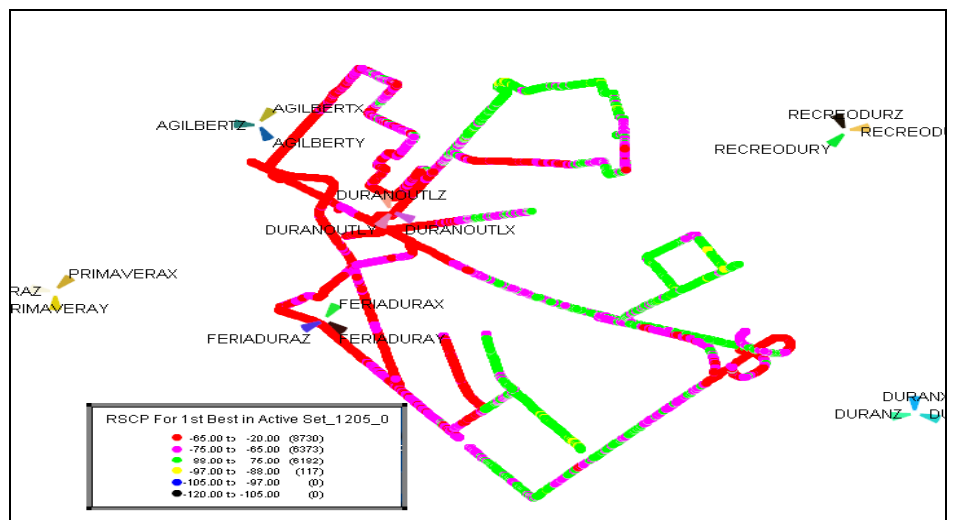


Figura 5.3 RSCP del UE

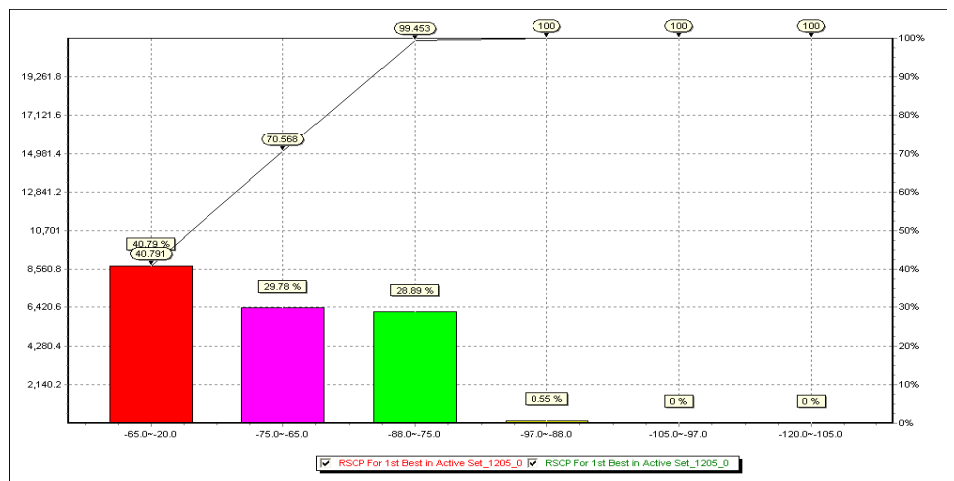


Figura 5.4 Histograma RSCP del UE

$$Target(RSCP)\% = \frac{Muestras_{\geq -88dBm}}{Total_de_Muestras} \times 100 = \frac{21285}{21402} \times 100 = 99.45\%$$

5.2.3 Scrambling Code medido del UE

El siguiente plot muestra el SC medido del UE.

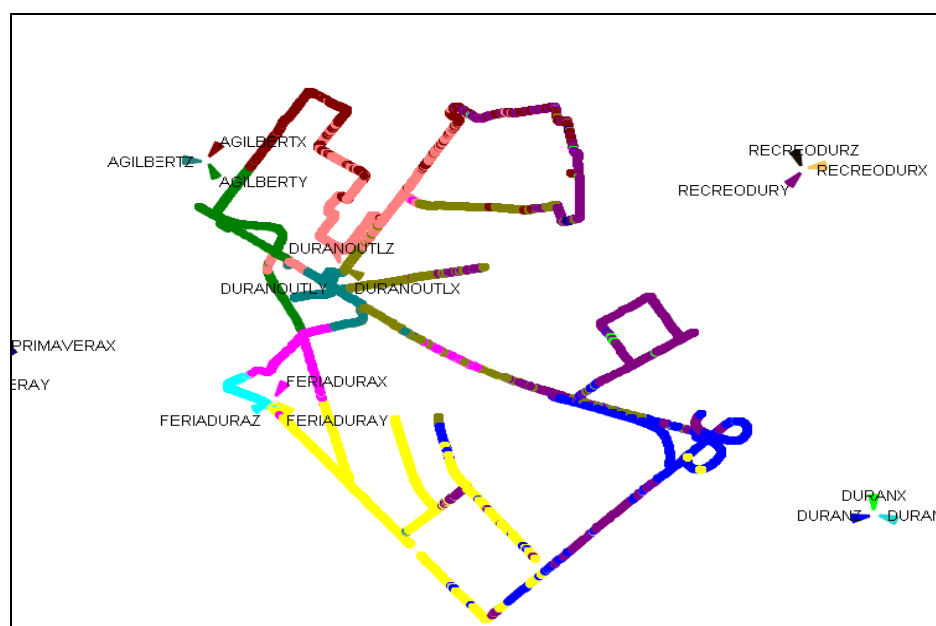


Figura 5.5 Scrambling Code del UE

5.3 RSCP por servidor del nuevo Nodo B

En esta sección se podrá apreciar la cobertura por servidor del nuevo Nodo B DURANOUTL, esto indicará si los niveles de propagación de las celdas del nuevo Nodo estén cumpliendo con sus objetivos.

Celdas

- DURANOUTLX
- DURANOUTLY
- DURANOUTLZ

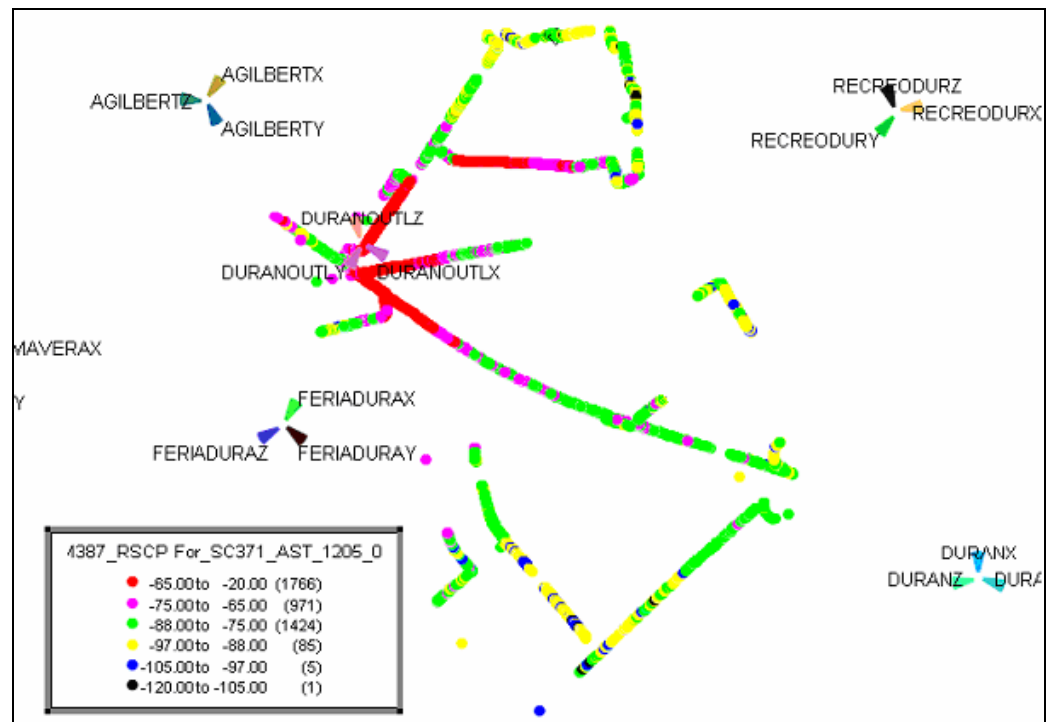


Figura 5.6 RSCP DURANOUTLX

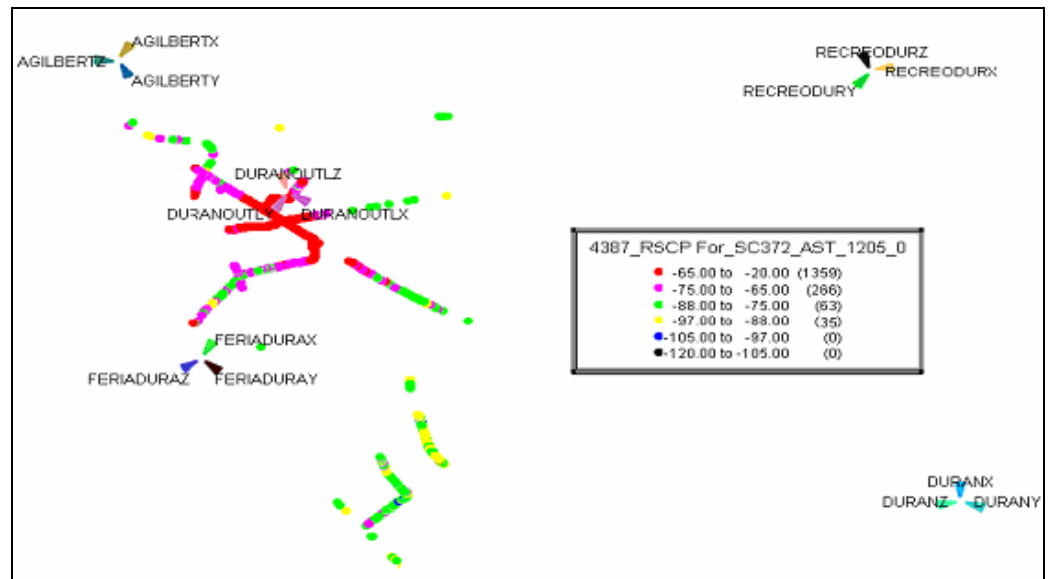


Figura 5.7 RSCP DURANOUTLY

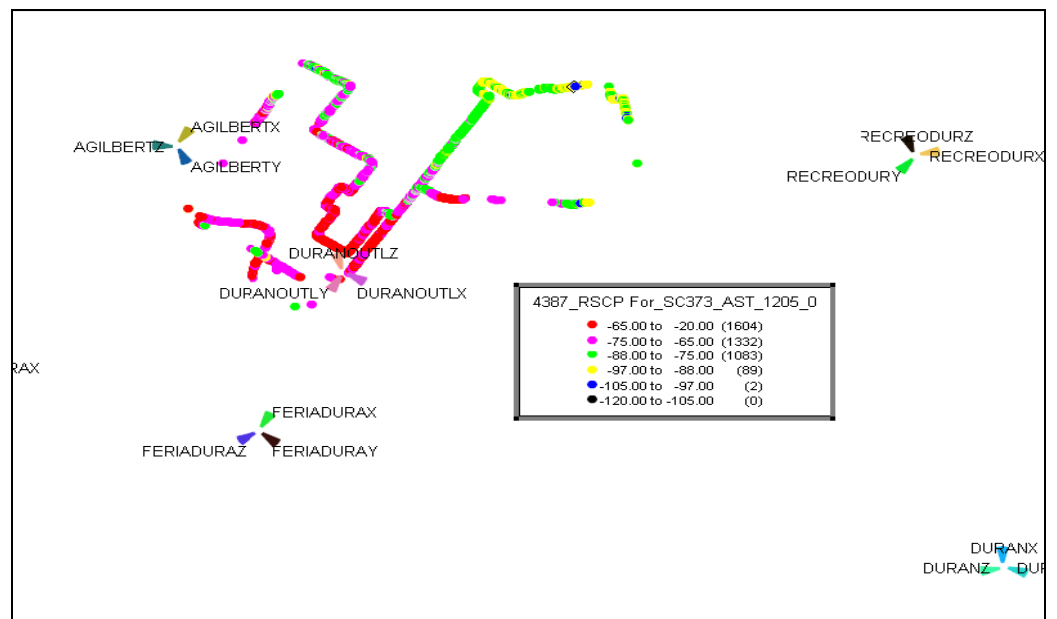


Figura 5.8 RSCP DURANOUTLZ

5.4 Estadísticas del Nodo B

Al momento de comprobar que el nuevo Nodo B y sus alrededores están funcionando correctamente con lo que respecta a parámetros y niveles de propagación, este ha cumplido con los objetivos por el cual fue propuesto. El sitio DURANOUTL fue puesto al aire comercialmente el 17/10/2009, esto servirá de referencia para comprobar que el Nodo B DURANOUTL des congestionó las celdas que inicialmente se mencionaron en el Network Planning.

Para comprobar esto se muestra a continuación los KPI's Traffic Volume y TCP de las celdas AGILBERTX, AGILBERTY y RECREODURY en donde se puede observar que a partir de la inclusión del nuevo Nodo hubo una mejora para las celdas antes mencionadas.

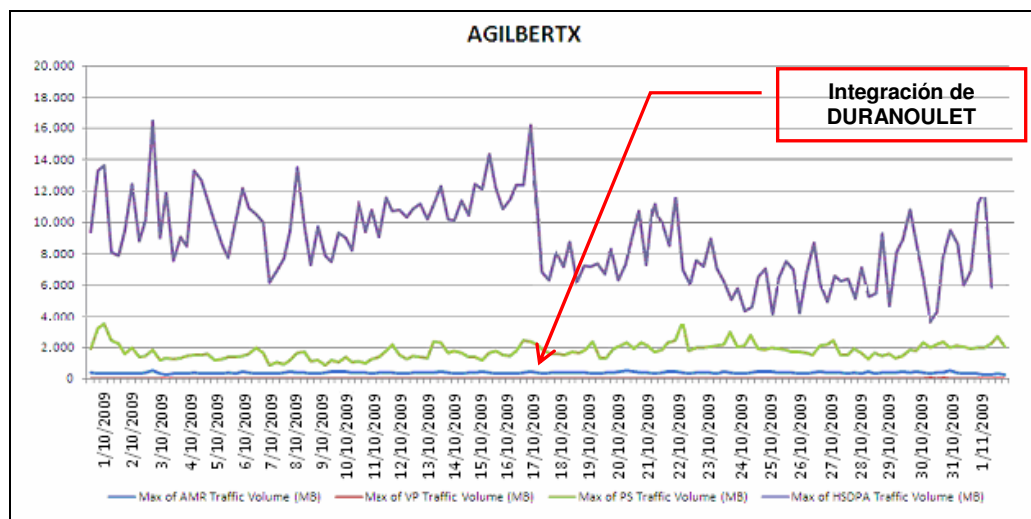


Figura 5.9 Tráfico de la celda AGILBERTX después de la inclusión del Nodo DURANOUTL

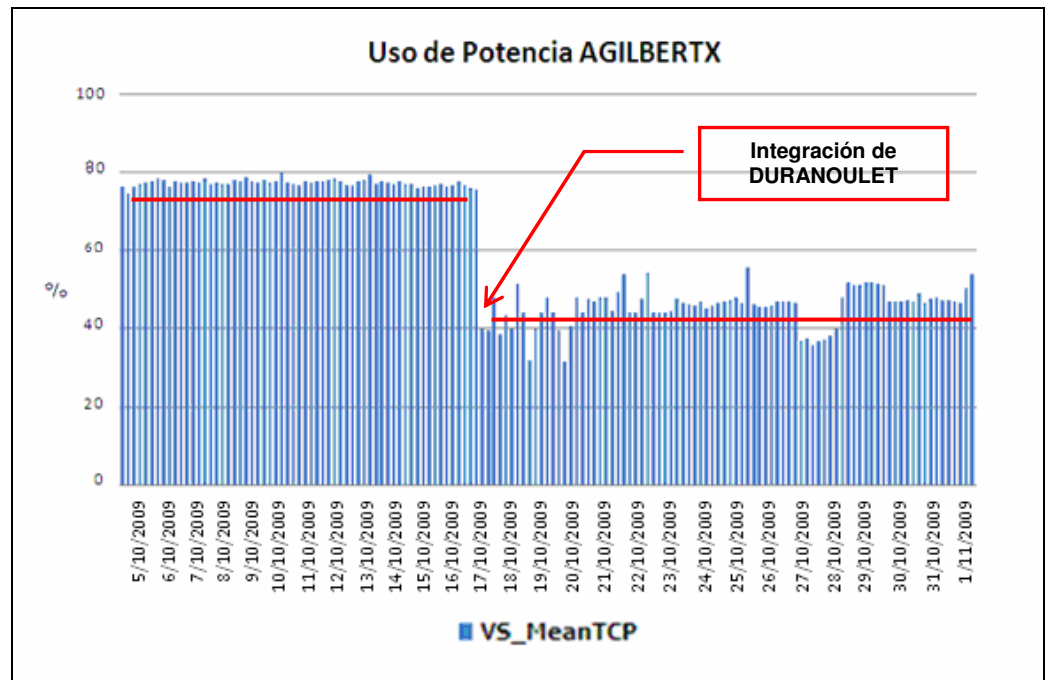


Figura 5.10 Uso de Potencia AGILBERTX

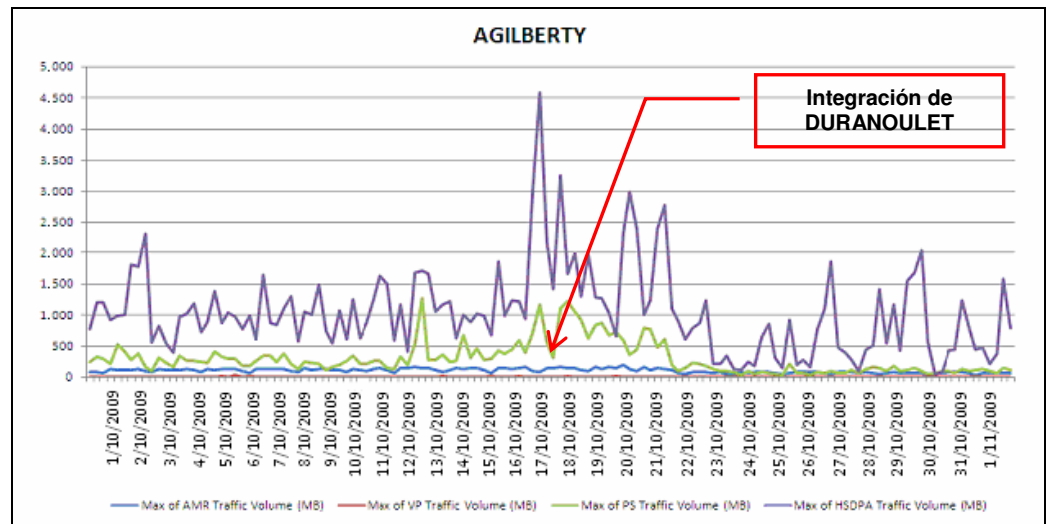


Figura 5.11 Tráfico de la celda AGILBERTY después de la inclusión del Nodo DURANOUL

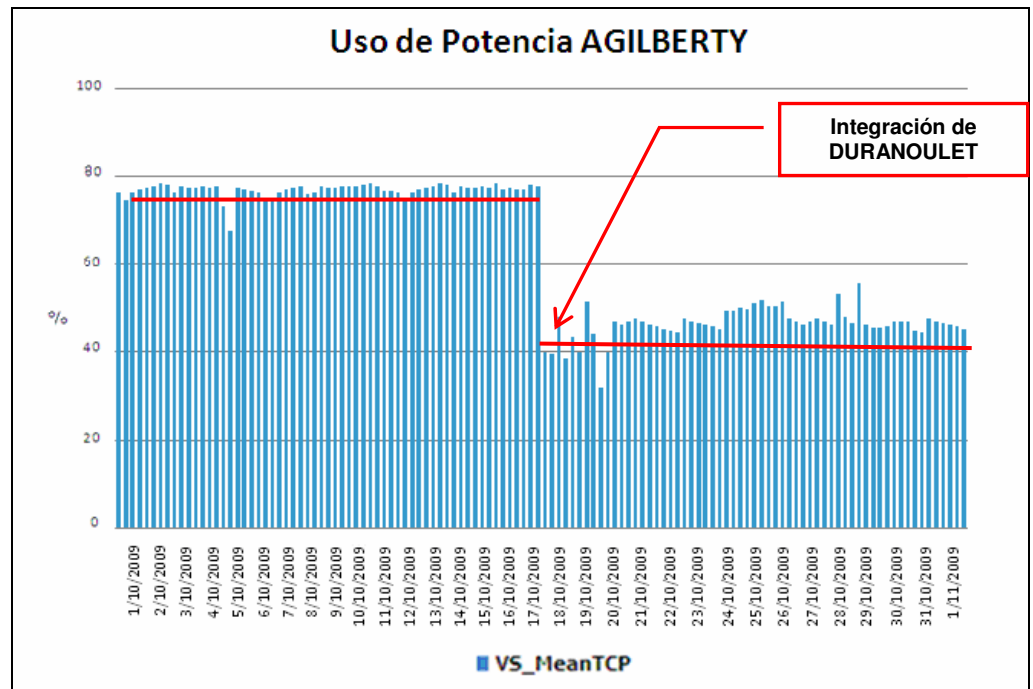


Figura 5.12 Uso de Potencia AGILBERTY

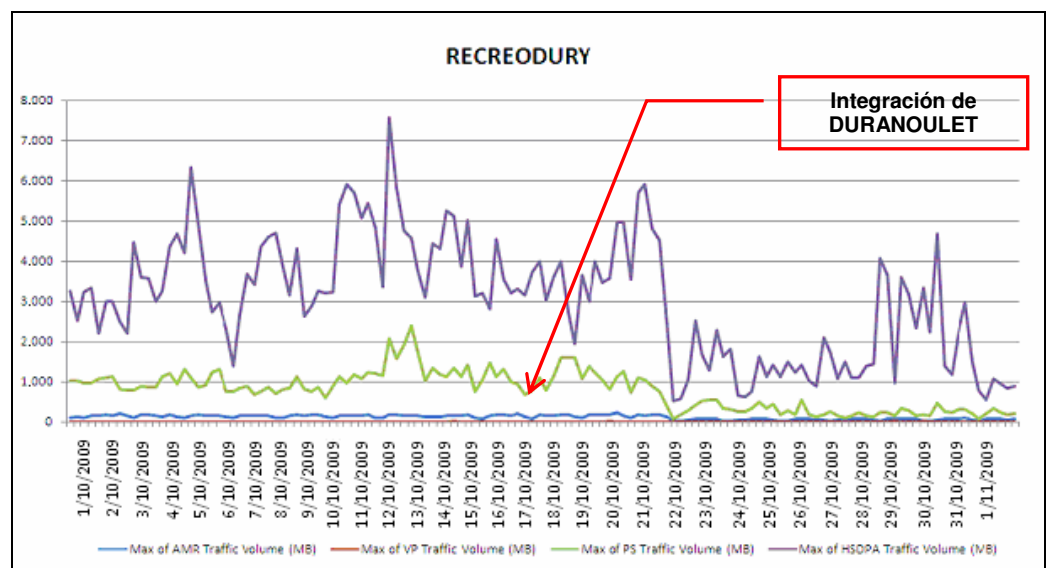


Figura 5.13 Tráfico de la celda RECREODURY después de la inclusión del Nodo DURANOUTL

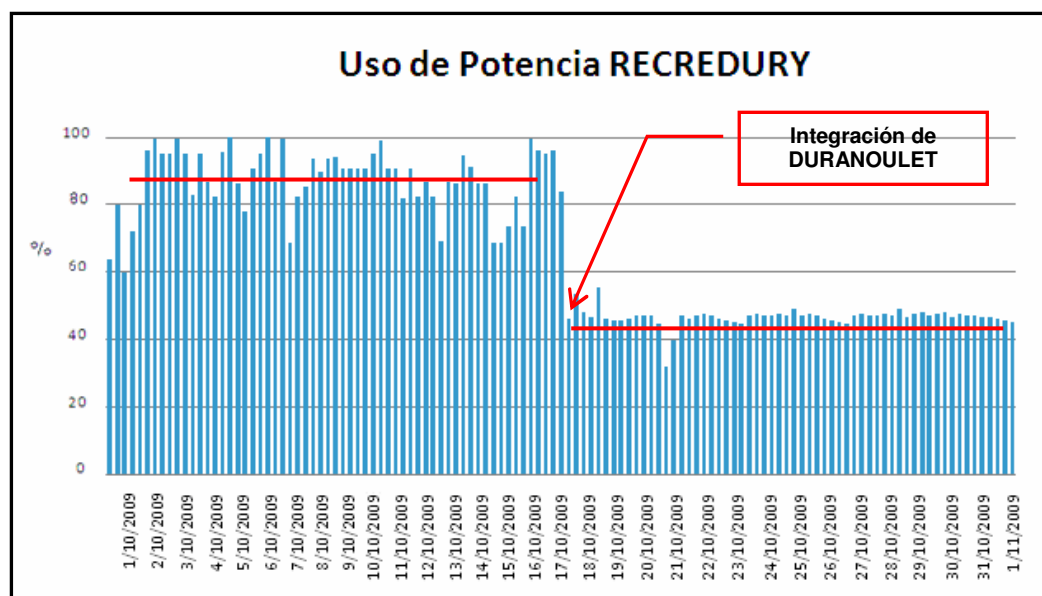


Figura 5.14 Uso de Potencia RECREODURY

A continuación se muestran los KPI's de Volumen de Tráfico de los 3 sectores del nuevo Nodo B a partir de la fecha 17/10/2009 fecha en que fue puesto al aire, aquí se observará que los recursos de transmisión asignados (E1³) estén trabajando correctamente.

³ Capacidad que ha sido configurado para transmisión en el Nodo B. E1=2.048 Mbps

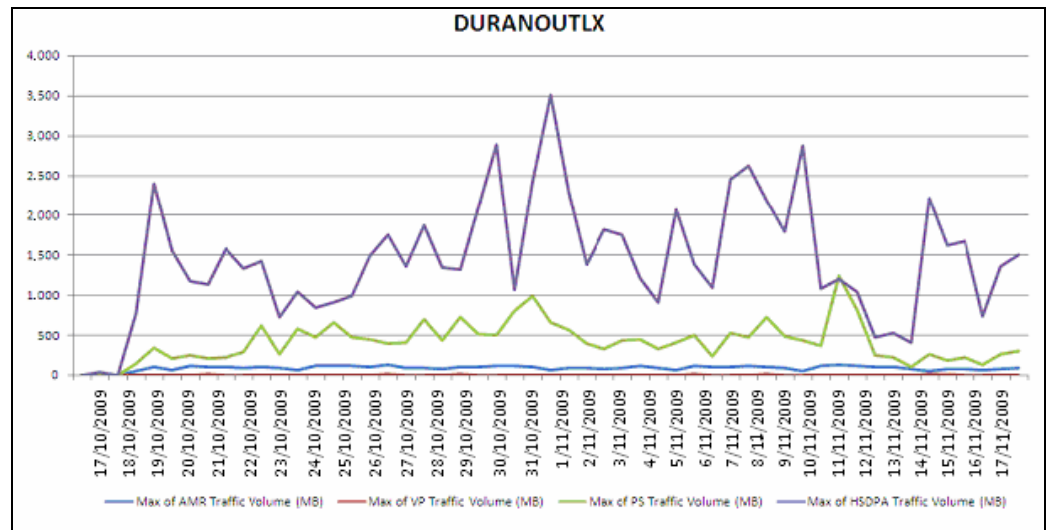


Figura 5.15 Tráfico DURANOUTLX

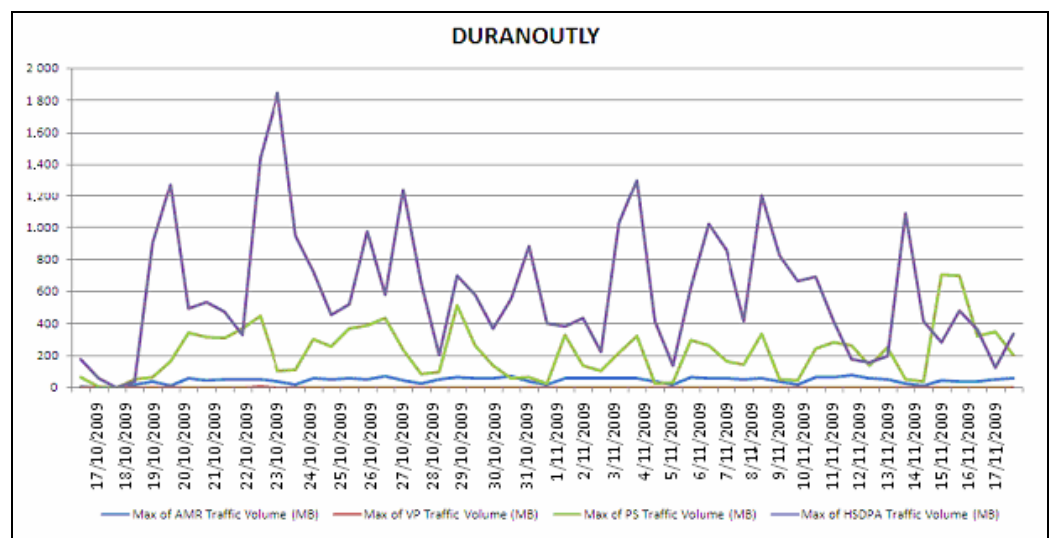


Figura 5.16 Tráfico DURANOUTLY

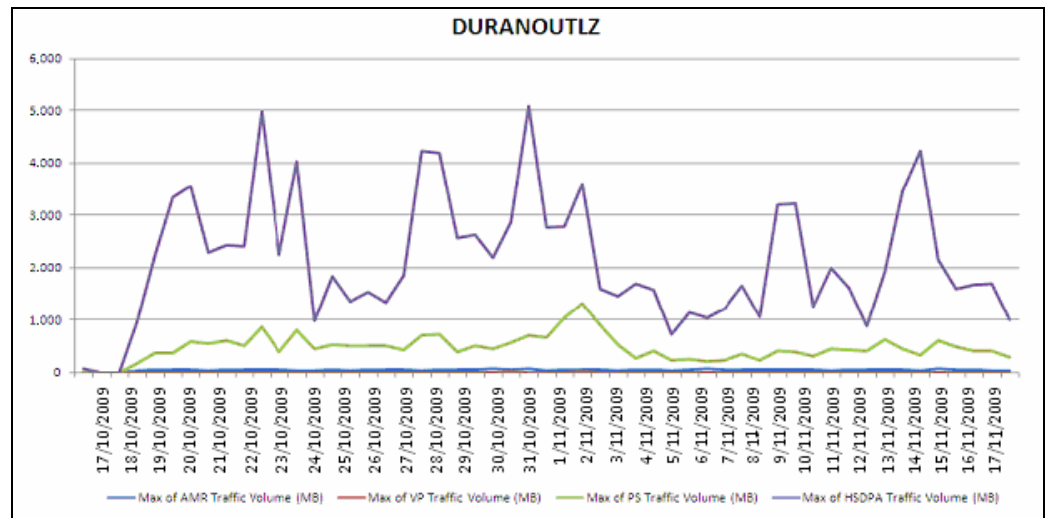


Figura 5.17 Tráfico DURANOUTLZ

CONCLUSIONES

Luego de culminar el trabajo realizado y plasmarlo en esta tesis, de la experiencia adquirida podemos llegar a concluir los siguientes puntos:

1. Se cumplió con el target de muestras $E_c/I_o \geq -12$ dB por encima del 95%, teniendo valores de 95.54%, esto significa que se tiene como resultado niveles bajos de interferencia que son causados por el exceso de más de 3 de pilotos en la zona del Centro Comercial Durán Outlet, cumpliendo así con los objetivos del nuevo Nodo B DURANOUTL.
2. Se cumplió con el target de muestras RSCP ≥ -88 dBm por encima del 95%, teniendo valores de 99.94%, esto es un buen indicador ya que nos dice que en cuanto cobertura la zona del Centro Comercial Durán Outlet está en óptimas condiciones.
3. Con la inclusión del nuevo Nodo B DURANOUTL el tráfico que soportaban las celdas AGILBERTX, AGILBERTY y RECREODURY disminuyeron notablemente, así mismo el KPI para Power Use también mejoró en las tres celdas, gracias a esto los nodos vecinos alrededor del nuevo sitio podrán ofrecer una mejor calidad en los servicios para el

usuario debido a que los recursos que poseen trabajan óptimamente y sin estar sobrecargados.

4. Al momento que se dispone de mayores recursos dentro de la zona del Centro Comercial Durán Outlet, el usuario tiene más beneficios para acceder a los servicios que la tecnología UMTS ofrece actualmente en el Ecuador, tal como son la Video-Llamada, el servicio de descarga de alta velocidad HSDPA, servicio de subida de alta velocidad HSUPA, servicios de alta velocidad en terminales móviles, teniendo como resultado un usuario satisfecho por el servicio al cual está suscrito.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que al momento de hacer la validación y búsqueda del nuevo Nodo B se tome en cuenta que no exista obstrucción de línea de vista para cada uno de los sectores que se vayan a implementar para dar una mejor calidad de cobertura, además tomar en cuenta que los Azimuth de cada sector deben apuntar hacia los objetivos que debe cumplir.
2. Se recomienda que al momento de realizar el Drive Test, este se lo haga a una velocidad promedio no mayor a los 40 Km/h con el fin de tener una mayor tasa de muestreo para el previo análisis de dicha información.
3. Al realizar un Drive Test este puede tener diferentes comportamientos, ya que depende del tráfico que en ese momento están manejando los Nodos B, por esta razón se recomienda realizar el Drive Test en horas donde el tráfico es bajo (horas no pico) de 8:00 AM a 11:00 AM y desde las 3:00 PM a 6:00 PM, con el propósito de obtener muestras con un mejor performance en la red, debido a que en el Drive Test verificamos la calidad de la señal y la cobertura de la misma.

ANEXOS

ANEXO A

Technical Data Sheet

APXV86-906516-C

Optimizer® Panel Dual Polarized Antenna



Product Description

Dense urban CDMA 800 / GSM 900 network optimization.



Features/Benefits

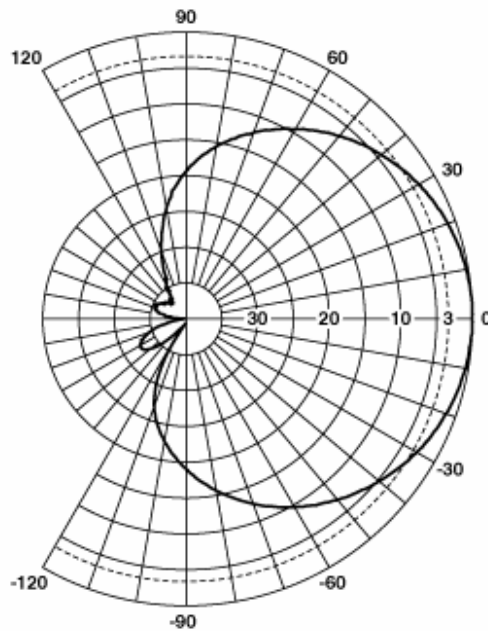
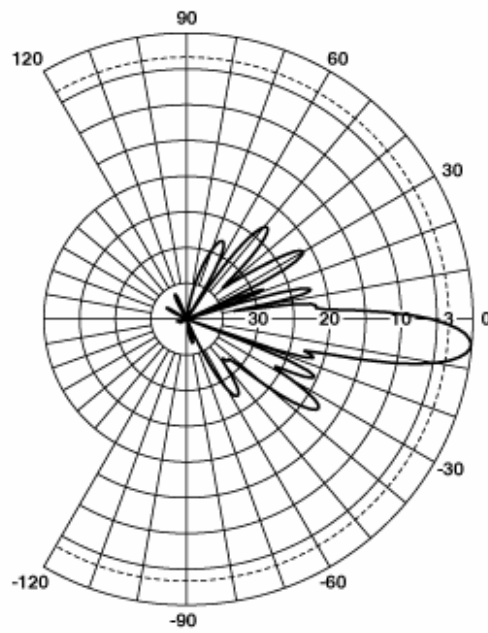
Frequency Band	Cellular (824-849, 869-894 MHz), Trunking/SMR (806-824, 851-869 MHz), GSM 900/ETACS (872-915, 917-960 MHz), 900 Trunking (896-901, 935-940 MHz)
Horizontal Pattern	Directional
Antenna Type	Panel Dual Polarized
Electrical Down Tilt Option	Variable
Gain, dBi (dBd)	16.5 (14.4) , 17.5 (15.3)
Frequency Range, MHz	806-870, 870-960
Connector Type	(2) 7-16 DIN Female
Connector Location	Bottom
Mount Type	Downtilt
Electrical Downtilt, deg	0-10
Horizontal Beamwidth, deg	66, 63
Mounting Hardware	APM40-2
Rated Wind Speed, km/h (mph)	160 (100)
VSWR	< 1.4:1

Technical Data Sheet**APXV86-906516-C**

Optimizer® Panel Dual Polarized Antenna



Vertical Beamwidth, deg	8, 7
1st Null Fill, dB	<25 (Typ)
Upper Sidelobe Suppression, dB	>18 all (Typically >20)
Polarization	Dual pol +/-45°
Front-To-Back Ratio, dB	> 26
Maximum Power Input, W	500
Isolation between Ports, dB	> 30
Lightning Protection	Direct Ground
3rd Order IMP @ 2 x 43 dBm, dBc	> 150
Impedance, Ohms	50
Overall Length, m (ft)	2.6 (8.51)
Dimensions - HxWxD, mm (in)	2600 x 330 x 130 (101 x 13 x 5.12)
Weight w/o Mtg Hardware, kg (lb)	27 (59.4)
Weight w/ Mtg Hardware, kg (lb)	29.8 (65.6)
Radiating Element Material	Brass
Radome Color	Light Grey RAL7035
Radome Material	Fiberglass
Mounting Hardware Material	Diecasted Aluminum
Reflector Material	Aluminum
Max Wind Loading Area, m ² (ft ²)	1.16 (12.11)
Survival Wind Speed, km/h (mph)	200 (125)
Maximum Thrust @ Rated Wind, N (lbf)	1430 (321)
Front Thrust @ Rated Wind, N (lbf)	1430 (321)
Shipping Weight, kg (lb)	29.8 (57.6)
Packing Dimensions, HxWxD, mm (in)	2770 x 400 x 260 (109 x 15.75 x 10.2)
Packing Dimensions - HxWxD, m (ft)	2.77 x .40 x .26 (9.08 x 1.31 x 0.85)



BIBLIOGRAFÍA

- [1] Electronic Communications Committee, UMTS Coverage Measurements, <http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/ECCREP103.PDF>, Mayo 2007.

- [2] Huawei Technologies, WCDMA RAN Fundamental ISSUE 1.0, www.huawei.com/support, Enero 2010.

- [3] Rafael Herradón Díez, Comunicaciones Móviles 3G: UMTS, <http://ocw.upm.es/teoria-de-la-senal-y-comunicaciones-1/comunicaciones-moviles-digitales/contenidos/Presentaciones/UMTS-07.pdf/view>, Marzo 2010.

- [4] Radiance Communication, Network Planning Guide Illustration, <http://www.radiancecoms.com/services.php>, Noviembre 2009.

- [5] Ultratel Telecomunicaciones, Network Planning - Initial Tuning - Optimización, <http://www.ultratelcomunicaciones.com>, Enero 2010.

- [6] Huawei Technologies, W-Radio Network Detailed Planning Service Delivery Guide-22090331-A-1.1, www.huawei.com/support, Enero 2010.

- [7] Huawei Technologies, Conecel S.A., Huawei UMTS Nominal Planning Report, www.huawei.com/support, Abril 2009.

- [8] Zhuyu, Huangchaoping, Li Leifeng, W-Radio Network Initial Tuning Service Delivery Guide-22090331-A-1.1, www.huawei.com/support, Noviembre 2008.

[9] Huawei Technologies, Conecel S.A., Preliminar INITIAL TUNING, www.huawei.com/support, Enero 2010.

[10] Qualcomm, WCDMA Network Planning and Optimization, 80-W0853-1
Revision B, May 2006