

**Análisis de la percepción de los usuarios (QoE) y los parámetros técnicos de QoS en un servicio, en la red GSM de COLOBIAMOVIL - Cali**



**ANEXOS**

**Diana Paola Vela Coral  
Álvaro Julián Muñoz Ordóñez**

**Director: Ing. Guefry Agredo Méndez**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
Departamento de Telecomunicaciones  
Grupo I+D Nuevas Tecnologías en Telecomunicaciones – GNTT  
Línea de investigación: Gestión Integrada de Redes, Servicios y Arquitecturas de  
telecomunicaciones  
Popayán 2008**



## ANEXOS

### ANEXO A

#### TÉCNICAS UTILIZADAS PARA MEJORAR LA CALIDAD EN REDES GSM

Hay muchos esquemas de QoS que han sido desarrollados para redes celulares y cada uno de ellos tiene sus ventajas y desventajas. A continuación se mostrarán los más comunes. [1] [2]

##### **Esquema de Asignación Dinámica Tolerante a Fallos**

Este, hace reutilización de canales entre dos celdas, estos canales están separados por una distancia mínima de modo que no interfieran entre sí. Los canales se asignan dinámicamente a diferencia de la asignación estática, donde los canales se asignan y reservados de antemano.

##### **Esquema de Control de Admisión de Llamada CAC (Call Admission Control)**

En éste esquema, la tasa de nuevas llamadas se analiza continuamente y si es más altas que un nivel predeterminado, se bloquean algunas llamadas independientemente si un canal está disponible o no. El objetivo es mantener la tasa de llamadas entrantes por debajo de un nivel. Las dos medidas utilizadas para la QoS en este esquema son: la probabilidad de terminación forzosa, FTP (*Forced Termination Probability*); que se define como un número aproximado de la cantidad de llamadas con una posible terminación forzosa y la tasa de llamadas exitosas, CSSR (*Call Setup Successful Rate*); definida como el número de llamadas que se completan exitosamente en una unidad de tiempo por cada celda. Un bajo FTP y un alto CSSR es lo que se busca.

##### **Esquema de Negociación**

Es un esquema donde se cambia dinámicamente la asignación de ancho de banda basada en disponibilidad. Si un servicio de baja prioridad ha sido admitido con un ancho de banda inferior a lo que se había pedido y después un ancho de banda extra está disponible debido a que otro servicio de alta prioridad ha terminado; entonces el ancho de banda se asigna al servicio de baja prioridad, lo cual hace incrementar su calidad. Este esquema asegura también que los servicios de alta prioridad tengan su ancho de banda requerido y no se vean afectados de ninguna forma.

##### **Esquema de Asignación Dinámica de Canal Tolerante a Fallas**

Los canales se asignan dinámicamente basados en la demanda de éstos; por tanto, incrementa la utilización del canal y también la QoS. Este esquema puede ser centralizado o distribuido:

En el centralizado, cada terminal solicita canales a la central de conmutación móvil MSC (*Mobile Switching Center*) quien se encarga de la distribución de canales, de esta forma no se presentará interferencia co-canal ya que la MSC asigna un canal para la comunicación, siempre y cuando la detecte. La desventaja de este



método es que la MSC se puede congestionar y se verá reflejado en el desempeño de toda la red, este esquema no es escalable ni robusto.

En el distribuido, cada celda tiene su propia estación de servicio móvil encargada de asignar los canales; al trabajar de esta forma, la probabilidad de presencia de interferencia co-canal se incrementa. Cada celda actualiza a sus vecinos sobre los canales que está utilizando. Cuando una celda requiere un canal, envía un mensaje de solicitud a todos a todos sus vecinos, y cuando todos le responden, puede determinar si hace uso o no del canal.

Hay dos formas para llevar a cabo este procedimiento, en modo de actualización y en modo de búsqueda: en el primero, una celda informa la utilización de sus canales a sus vecinos siempre que se hayan pedido prestados o que hayan sido liberados; entonces, actualiza a todos sus vecinos sobre el estado de los canales. En el modo de búsqueda, cuando una celda necesita tomar prestado un canal, envía un mensaje de solicitud a todos sus vecinos.

### **Modo de Priorización del Canal**

En el esquema de guarda de canal, algunos canales exclusivamente se reservan para los procesos de *handover* que son los llamados canales guardados o reservados.

La pre-solicitud de canal puede ser solicitada por una celda vecina por cierta cantidad de tiempo, llamado periodo de reserva. Con el incremento del periodo de reserva, la probabilidad de terminación forzosa puede verse muy reducida.

## **TÉCNICAS DE PREDICCIÓN DE MOVILIDAD EN GSM**

### **Control de Potencia**

Esta técnica permite controlar la potencia emitida por las estaciones móviles y las BTSs. Consiste en la variación del nivel de potencia dependiendo de las condiciones del enlace de radio; en otras palabras, si una estación móvil está más cerca de la estación base, envía menos potencia (en redes GSM esto es controlado por la MSC, en redes UMTS, se le da más autonomía a los nodos B<sup>1</sup> quienes realizan esta tarea), disminuyendo la interferencia que el móvil puede causar en otras comunicaciones.

### **Transmisión Discontinua**

Cuando se establece una comunicación de voz, no se utiliza el canal al 100%, ya que una persona habla menos del 40% del tiempo durante una conversación normal. Esta técnica consiste en encender los transmisores únicamente cuando se está hablando o cuando existe algún tipo de señal de sonido que deba ser transmitida. Para esto se utilizan circuitos especiales como el VAD (*Voice Activity Detector*), que detectan sonidos que deban ser transmitidos. Mientras no se esté hablando, se transmite un pequeño ruido para que los usuarios no sientan que la comunicación se ha caído. Esta técnica reduce los niveles de interferencia.

---

<sup>1</sup> En UMTS, los nodos B son equivalentes a las BTSs de GSM.



## Recepción Discontinua

Es una técnica que permite que los receptores de las estaciones móviles se activen solo cuando es necesario. GSM admite esta técnica, porque los canales de búsqueda PCH<sup>2</sup> (*Paging Channel*) están configurados de tal forma que cada estación móvil solo necesita escuchar una pequeña parte de su trama.

## Estructuras Jerárquicas de Celdas

Consiste en colocar macroceldas<sup>3</sup> de forma que sirvan como sombrilla para microceldas<sup>4</sup> y picoceldas<sup>5</sup>; con objetivos como liberar tráfico en sectores congestionados, incrementar capacidad, hacer uso más eficiente del espectro disponible en zonas donde se concentran muchos usuarios o de difícil penetración, evitar procesos de handover en móviles que a gran velocidad tienden a cursar muchas celdas, entre otros. Los móviles acceden a las macroceldas siempre y cuando no existan canales disponibles en la celda pequeña a la que están enganchados o que su velocidad supere un umbral establecido. Esto se expone gráficamente en la figura A-1.

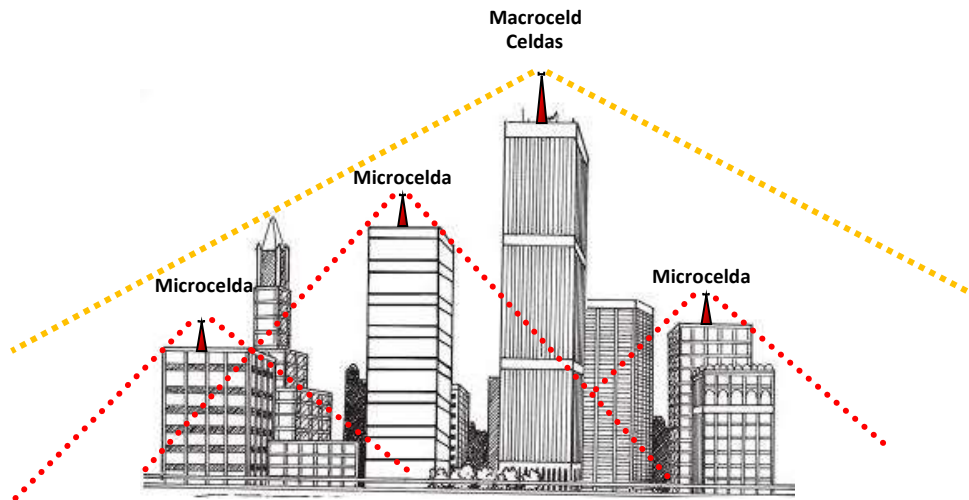


Figura A- 1. Estructuras jerárquicas de celdas

## Móviles Rápidos

Se utiliza cuando hay estructuras jerárquicas de celdas y consiste en que cuando los usuarios se desplazan rápidamente (en carros, motos, etc.) hacen *handover* en las celdas más grandes o macroceldas y cuando el desplazamiento no es tan rápido, el *handover* se hace en las microceldas o picoceldas. Esto reduce el número de *handovers* para los móviles rápidos y disminuye la probabilidad de llamadas caídas. Como se

<sup>2</sup> Es un canal de GSM que sirve para informar a una estación móvil que le está entrando una llamada, o se requiere que reciba información.

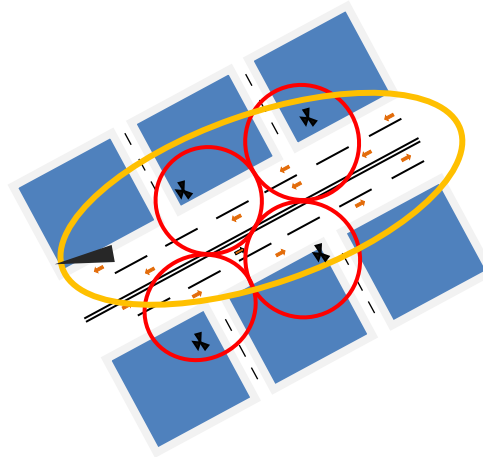
<sup>3</sup> Son celdas grandes (amplia cobertura) utilizadas en áreas de terreno extensas.

<sup>4</sup> Son celdas de cobertura pequeña y se utilizan en áreas donde hay una gran densidad de población (hotspots).

<sup>5</sup> Son celdas que cubren zonas muy reducidas como edificios de oficinas u otras zonas muy cerradas.



muestra en la figura A-2, los móviles rápidos no hacen *handover* en las celdas “rojas” y son servidos por la celda “amarilla”.



*Figura A- 2. Móviles rápidos*

#### **Prioridades de Acceso**

Existen quince prioridades de acceso, de las cuales las primeras nueve se distribuyen entre los usuarios normales de la red y pueden ser bloqueadas cuando la red se sobrecargue; las otras seis se reservan para llamadas de emergencia y para usuarios VIP.



## ANEXO B

### ADMINISTRACIÓN DE QoS Y QoE

Como se nombró en la definición de QoE, la administración de QoE y QoS se puede clasificar en cuatro categorías: planeación de red, provisión de QoS, monitoreo de QoE y QoS y optimización.

En la figura B-1, se muestra el modelo de administración de QoS y QoE. Indica que el monitoreo de la red se hace en la calidad de experiencia y en la calidad de servicio entregada por el proveedor. Detrás de la calidad entregada están la planeación de red, los parámetros técnicos y la prestación del servicio. El proceso de optimización se hace principalmente basado en los KPIs con el propósito de mejorar la calidad percibida. Cada uno de los bloques se explica detalladamente a continuación.

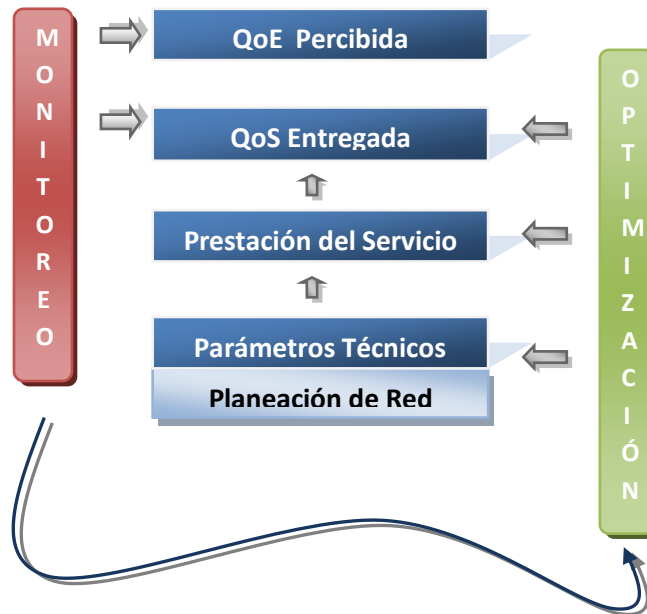


Figura B- 1. Modelo de administración de QoS y QoE

#### Planeación de red

Este proceso incluye dimensionamiento y una detallada planificación de la red, donde se tienen en cuenta: la asignación de frecuencias, reducción de las diferentes clases de ruido (ruido térmico y ruido artificial entre otros), así como los diferentes escenarios de interferencia, intermodulación, tráfico y limpieza del espectro. [3] [4] El dimensionamiento de la red (o planeamiento inicial) provee y estima un número requerido de canales de radio, elementos de transmisión, núcleo de la red y la capacidad de las interfaces.



### **Provisión de QoS**

A través de este proceso se entrega la QoS establecida para una adecuada comunicación, este se ve desplegado en el núcleo, a nivel de acceso y en los equipos terminales. También traduce resultados de planificación en mecanismos y parámetros entendibles por los elementos de red. Dentro de este proceso se encuentra la configuración de los móviles. [5]

Este proceso puede ser clasificado en tres categorías: **provisión de QoS en radio, núcleo y transporte**, que mapean los perfiles de QoS a través de aplicaciones capaces de proveer la información de la QoS en un momento dado. [3] [4]

### **Optimización**

El proceso de optimización comienza cuando el diseño e implementación ya han tenido lugar, es un proceso continuo y consiste en una sintonización fina de la red, incluye monitoreo, verificación y mejora del rendimiento de la misma sobre todo en la parte radio que es la parte más crítica. Una red celular cubre un área grande y provee servicios a mucha gente y en ese entorno se encuentran muchos parámetros que varían y tienen que ser continuamente monitoreados y corregidos. En redes celulares la optimización de los recursos de radio viene siendo necesaria cuando el número de suscriptores incrementa y los recursos de radio se mantienen limitados.



## ANEXO C

### METODOS SUBJETIVOS MÁS DESTACADOS

#### **SERVPERF**

Su enfoque principal se ha diseñado para medir únicamente la percepción del usuario, esto es algo que lo diferencia del modelo anterior, porque no incluye dentro de sus encuestas la medida de las expectativas del cliente.

Este modelo arroja resultados sobre la percepción de la calidad de servicio, pero no permite realizar una sectorización de los parámetros que están involucrados directamente con lo que el operador busca mejorar en su red, para la satisfacción de los clientes.

#### **SASSER, OLSEN Y WICKOFF**

Este modelo mide la satisfacción del usuario frente a un servicio mediante la comparación de la prestación del mismo por otro operador. Dentro de sus encuestas, también se tiene en cuenta a la competencia.

Este modelo no se adapta a los objetivos planteados en este proyecto.

#### **Modelo de adaptación tecnológica (TAM)**

Este modelo propuesto por Davis en 1989, propone que el uso de la tecnología se puede predecir con la facilidad de uso percibida y la utilidad percibida. [6]

La facilidad de uso percibida se define como “*el grado de que una persona cree que el uso de un sistema particular estaría libre de esfuerzo*” [7], y la utilidad percibida se define como “*el grado el cual una persona cree que usando un sistema en particular, incrementaría su rendimiento laboral*” [6]. Esto es determinante en la calidad percibida porque está directamente relacionado con el funcionamiento de la red, de manera que si la red permanece congestionada o no tiene cobertura suficiente, se traduce a un sistema difícil de usar y poco útil, que es un resultado muy malo para el proveedor.





## ANEXO D

### GRUPOS DE KPIS PROVEEDOR SIEMENS

Nombre del grupo	KPIs
IMMEDIATE ASSIGNMENT ANALYSIS	Number of Immediate Assignment Attempts
	Number of Immediate Assignment Losses
	Number of Immediate Assignments by BSC procedure
	Number of AGCH Losses
	Number of Immediate Assignment Commands sent to MS via AGCH
	Number of Immediate Assignments without MS Seizure
	Number of successful Immediate Assignments
	Immediate Assignment Loss Rate
	AGCH Loss Rate
	Immediate Assignment without MS Seizure Rate
	Immediate Assignment Success Rate
SSS PROCEDURES ANALYSIS	Number of successful Immediate Assignments related to Call Setups
	Number of Dropped SDCCH Connections related to Call Setups
	Number of SSS Procedure Failures related to Call Setups
	SDCCH Drop Rate related to Call Setups
	SSS Procedures Failure Rate related to Call Setups
	SSS Procedures Success Rate related to Call Setups
ASSIGNMENT ANALYSIS	Number of Assignment Attempts
	Number of Assignment Failures
	Number of successful Assignments
	Assignment Failure Rate
	Assignment Success Rate
	Assignment success rate when radio resources available
CALL SETUP ANALYSIS	Number of Call Setup Attempts
	Number of Successful Call Setups
	Call Setup Success Rate
	Number of Call Setup Failures
	Call Setup Failure Rate
TCH DROP RELATED PERFORMANCE	Number of Dropped TCH Connections



Nombre del grupo	KPIs
	TCH Drop Distribution
	TCH Drop Rate
	Call Drop Rate
	Mean Time between TCH Drop
	TCH Drops per Erlang hour
SDCCH DROP RELATED PERFORMANCE INDICATORS	Number of dropped SDCCH Connections
	SDCCH Drop Rate
	Mean Time between SDCCH Drop
	SDCCH Drops per Erlang hour
TCH LOAD RELATED PERFORMANCE INDICATORS	TCH Load for Circuit Switched Traffic
	Combined time slot utilization for CS and PO Traffic
SDCCH LOAD RELATED PERFORMANCE INDICATORS	SDCCH Traffic Offered
	SDCCH Traffic Carried
	SDCCH Traffic Lost
	SDCCH Blocking Rate
	SDCCH Loss Rate
	SDCCH Mean Holding Time
	SDCCH Traffic Utilisation
CCCH LOAD RELATED PERFORMANCE INDICATORS	PCH load of downlink CCCH channels
	AGCH load of downlink CCCH channels
	CCCH load downlink
	CCCH load uplink
	PCH Loss Rate
	AGCH Loss Rate
	Invalid RACH Rate
PCCH LOAD RELATED PERFORMANCE INDICATORS	PPCH load of downlink PCCCH channels
	PAGCH load of downlink PCCCH channels
	PCCCH load downlink
	PCCCH load uplink
	PPCH Loss Rate
	PAGCH Loss Rate
	Invalid PRACH Rate
SERVICE RELATED PERFORMANCE INDICATORS	Total number of Service Requests
	Service Request Distribution Rate
	Rate of Service Requests served in the highest layer
FEATURE RELATED PERFORMANCE INDICATORS	Abis pool supervision



Nombre del grupo	KPIs
HANDOVER RELATED PERFORMANCE INDICATORS	Intra Cell <i>Handovers</i>
	Inter Cell Intra BSC <i>Handovers</i>
	Inter Cell Inter BSC <i>Handovers</i>
	Inter System Handover between GSM and UMTS
	Other Handover Performance Indicators
POWER AND QUALITY MEASUREMENTS	Interference Band Rate on idle TCH
	Quality Link for N%FER
	Mean FER UpLink
	Power and Quality limits for N% Percentile on busy TCH
	Distribution of power control levels on busy TCH
	Mean Level and Quality on busy TCH
	TA Distribution
	RXQUAL Distribution
	RXLEV Distribution
	FER Distribution
	Mean FER Up Link per RXQUAL
	Mean RXLEV per RXQUAL Band
	Mean RXLEV per TA Band
	High RXLEV with Low RXQUAL Rate
	TCH Traffic Type Distribution
	SDCCH Traffic Type Distribution
	Adaptive Multirate Distribution
Adaptive Multirate True Frame Erasure Rate	
AVAILABILITY RELATED PERFORMANCE INDICATORS	Transceiver Availability
	TCH Distribution Rate
	TCH Availability
	SDCCH Availability
GPRS RELATED PERFORMANCE INDICATORS	User oriented KPIs
	Network planning(dimensioning)
	Network optimization
	Cell Reselection
MISCELLANEOUS PERFORMANCE INDICATORS	BSC Processor load
	BTSE Processor load
	Paging Response/Location Update Ratio per Cell
	BSC<->MSC/SMLC CCS Load
BSS RELATED KPIS AT SIEMENS MSC	

*Tabla D- 1. Grupos de KPIs (Tomado del manual de Siemens)*



## ANEXO E

### GRUPOS DE CONTADORES POVEEDOR SIEMENS

Clase del objeto escaneado	Número de contadores	Objeto observado
SCANBSC = 0	20	BSC
SCANBTS = 1	70	BTS
SCANBTSE = 2	10	BTSE (BTS Equipment)
SCANBTSIHO = 3	2	Handover relation (BTS Incoming <i>Handovers</i> )
SCANBTSM = 4	2	BTSM (BTS Site Manager)
SCANBTSOHOI = 5	3	Intercell handover relation (BTS Outgoing Handover to Internal cells)
SCANBTSOHON = 6	3	Inter-BSC handover relation (BTS Outgoing Handover to Neighbour cells)
SCANCHAN = 7	1	CHAN (channel)
SCANCTRX = 8	5	Correlated TRX (for correlated RX level, RX quality and TA measurement)
SCANGPRS = 9	40	GPRS connections
SCANSS7L = 10	3	SS7L (SS7 Links)
SCANTRX = 11	2	TRX (transceiver)
SCANBTSOHOS = 12	3	Intersystem handover relation (BTS Outgoing <i>Handovers</i> )
SCANFBTSM = 13	2	Abis Interface

*Tabla E- 1. Grupos de contadores (Tomado del manual de Siemens)*



## ANEXO F

### CANALES DE CONTROL Y TRÁFICO DE GSM

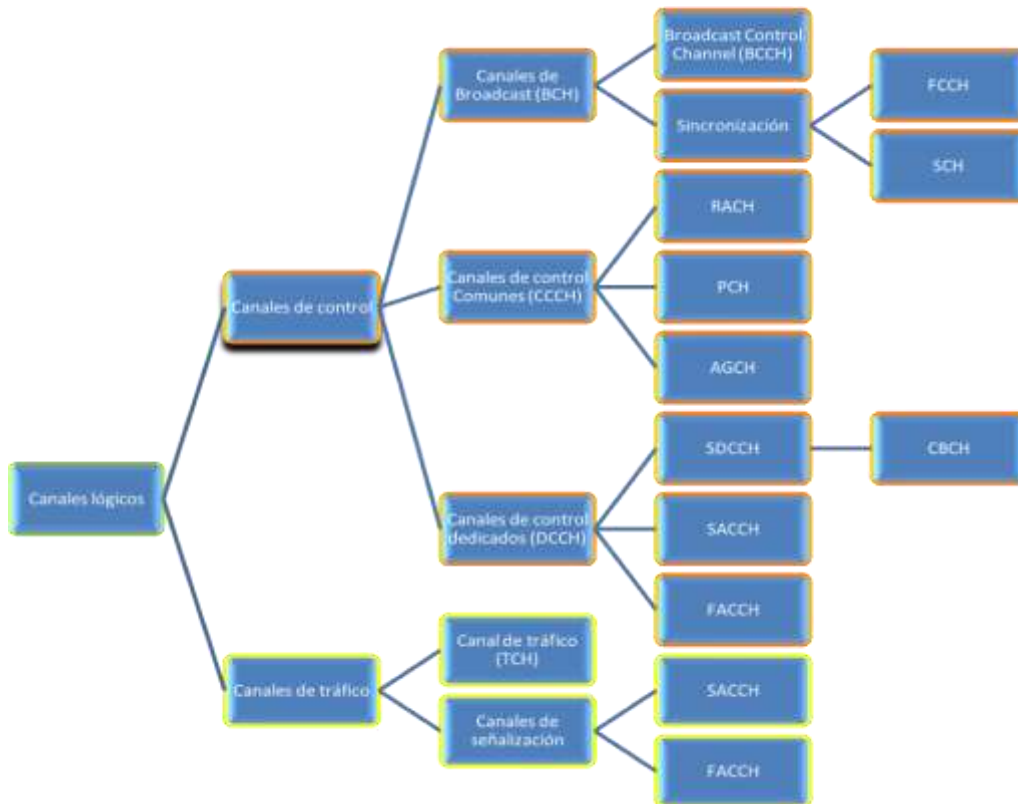


Figura F- 1. Canales de control y de tráfico de GSM

#### Canales de Control

A continuación se presentan los canales de control del estándar de la tecnología GSM. [8] [9] [10]

**BCH (Broadcast Channel):** Solo funcionan en downlink (desde la BTS hacia la estación móvil) y llevan principalmente información de sincronización y corrección de frecuencias. Los canales BCH, son los únicos que permiten enviar pequeños mensajes desde la BTS hacia varias estaciones móviles a la vez.

- ✓ **BCCH (Broadcast Control Channel):** Lleva información general para un sector asociado como: códigos de área, MCC (*Mobile Country Code*), MNC (*Mobile Network Code*), lista de celdas vecinas (para procesos de *handover*), etc. Una estación móvil puede recibir información de una o varias BTSs.



- ✓ **FCCH (Frequency Correction Channel):** Por el canal FCCH, la BTS envía a la estación móvil el valor de la frecuencia que debe sintonizar, también se puede utilizar para sincronización, indicando las ranuras de tiempo en las que puede transmitir.
- ✓ **SCH (Synchronization Channel):** Entrega a la estación móvil toda la información que necesita para sincronizarse con una BTS.

**CCCH (Common Control Channel):** Funcionan en *uplink* y *downlink*, y se utilizan para llevar información de la red a las estaciones móviles y permitirles el acceso.

- ✓ **RACH (Random Access Channel):** Trabaja en *uplink*. Se utiliza cuando una estación móvil recibe o va a realizar una llamada, para que pueda solicitar un canal SDCCH. Las estaciones móviles envían en un tiempo información a través del RACH, lo que genera colisiones entre ellas.
- ✓ **PCH (Paging Channel):** Únicamente en *downlink*. Sirve para informar a una estación móvil que le está entrando una llamada, o se requiere que reciba información.
- ✓ **AGCH (Access Grant Channel):** Funciona en *downlink*. Por medio de él, la BTS asigna un canal TCH o SDCCH a una estación móvil para que pueda acceder a la red.

**DCCH (Dedicated Control Channel):** Son canales de control para una sola comunicación entre el móvil y la BTS, son utilizados para procesos de *handover*, *roaming*, encriptación entre otras.

- ✓ **SDCCH (Stand alone Dedicated Control Channel):** Es por donde se envía toda la información de señalización apropiada antes de asignar un canal de tráfico para establecer una llamada.
- ✓ **CBCH (Cell Broadcast Channel):** Trabaja en *downlink* y es opcional, lleva información de tipo ambiental y parte de los mensajes de texto. Se mapea en el segundo slot del SDCCH.
- ✓ **SACCH (Slow Associated Control Channel):** En *uplink* y *downlink* dependiendo de su utilización. Por medio de él llegan a la BTS reportes de medición de potencia, información de autenticación entre otros, que son necesarios para dar inicio a procesos como *handover*, control de potencia, etc.
- ✓ **FACCH (Fast Associated Control Channel):** Es similar al SACCH actúa cuando la velocidad de transmisión de datos del SACCH no es suficiente, entonces a diferencia del SACCH, el FACCH trabaja en paralelo con el SDCCH, y toma ancho de banda prestado de este.

### Canales de Tráfico

**TCH (Traffic Channel):** En *uplink* y *downlink*, existen varios TCHs para una BTS. Llevan tráfico de voz y datos de usuario y los hay de 2 modos: FR (*Full Rate*) y HR (*Half Rate*), si se está utilizando el servicio de voz, la velocidad de un TCH/FR es 22.8 Kbps y en configuración TCH/HR es la mitad, o sea 11.4 Kbps. Si el servicio es de datos, las velocidades son de 9.6 Kbps y 4.8 Kbps para full y half Rate respectivamente. Los TCH/HR duplican la capacidad del sistema (2 usuarios transmiten por un canal) pero a cambio de esto, se sacrifica calidad. [8] [9] [10]



## ANEXO G

### DESCRIPCIÓN DE MENSAJES DE LA RED GSM

**ASSIGNMENT COMMAND:** Es un comando enviado por la BTS hacia la estación móvil sobre el canal DCCH, para que cambie la configuración del canal cuando ha ocurrido un *handover* intra celda o durante un establecimiento de llamada. Lleva información como: lista de frecuencias, nivel de potencia, tiempo en que puede enviar información y modo de cifrado; que es necesaria para la realización de dichos procesos. También se utiliza para asignar un canal de tráfico.

**ASSIGNMENT COMPLETE:** Tiene dos aplicaciones, la primera es cuando se realiza un *handover*; en ese caso, la estación móvil envía a la estación base un ASSIGNMENT COMPLETE sobre el DCCH, indicando que el canal de señalización y de tráfico que habían sido enviados previamente en el ASSIGNMENT COMMAND, se han establecido correctamente. El segundo caso es cuando el ASSIGNMENT COMPLETE viaja por la interfaz A; es decir, cuando es enviado por la BSC a la MSC, indicando que la asignación solicitada se ha completado de manera satisfactoria.

**ASSIGNMENT FAILURE:** Se envía generalmente cuando ha ocurrido una falla en la asignación del canal de tráfico durante el establecimiento de llamada. Puede enviarse sobre la interfaz A, conocido como ASS\_FAIL y sobre la interfaz de aire o Abis, en ambos casos se denomina ASS\_FAI. La primera se utiliza como respuesta a un ASSIGNMENT REQUEST; por ejemplo, si la MSC quiere asignar un canal que una BSC asociada no tiene o está ocupado, por consiguiente la BSC le envía un ASS\_FAIL a la MSC. Por otra parte si la BSC puede asignar el canal solicitado, envía un ASSIGNMENT COMMAND a la estación móvil con toda la información necesaria y espera una respuesta; entonces un ASS\_FAI es la respuesta negativa a un ASSIGNMENT COMMAND, que indica que la estación móvil no pudo enganchar el canal de tráfico o por condiciones de entorno de radio, no le llegó el mensaje (la causa es "*radio interface message failure*"). El ASS\_FAI y el ASS\_FAIL, son establecimientos de llamada no exitosos y tienen valores diferentes para diferenciar las causas de su envío.

**ASSIGNMENT REQUEST:** Enviado por la MSC a la BSC para solicitar recursos de radio con descripción no muy detallada. La BSC inicia el proceso de búsqueda y asignación de recursos solicitados y responde a la MSC con un mensaje ASSIGNMENT COMPLETE si la solicitud tuvo éxito, de lo contrario responde con un ASSIGNMENT FAILURE.

**CHANNEL REQUEST:** Es una solicitud de canal para responder a un *paging*, hacer una llamada, etc. Enviado desde una estación móvil libre hacia la BTS. Este mensaje lleva la descripción del canal que la estación móvil necesita y va sobre el RACH.

**CHANNEL REQUIRED:** Enviado por la BTS hacia la BSC después de que ha llegado un mensaje CHANNEL REQUEST, para que la BSC inicie un proceso de asignación del recurso solicitado.

**IMMEDIATE ASSIGNMENT:** Enviado por la BTS a una estación móvil sobre el canal CCCH, para cambiar la configuración de su canal de control siempre y cuando la estación móvil esté desocupada y en la misma celda. Es un mensaje que indica que la red solo puede asignar canales para comunicaciones de voz. Cuando



la red es capaz de asignar un canal tanto para voz como de datos, envía un DTM\_ASSIGNMENT COMMAND DTM (Dual Transfer Mode).

**IMMEDIATE ASSIGN COMMAND:** Este mensaje puede ser una respuesta afirmativa a un mensaje CHANNEL REQUIRED o a un CHANNEL REQUEST, para el primer caso es enviado por la BSC a la BTS para que ella inicie la transmisión de un mensaje IMMEDIATE ASSIGNMENT, en el segundo caso, el mensaje es enviado por la BTS a la estación móvil sobre el canal AGCH; en ambos casos asigna un canal SDCCH a diferencia del ASSIGNMENT COMMAND que asigna canales de tráfico.

**IMMEDIATE ASSIGNMENT REJECT:** Enviado sobre el CCCH por la BTS a la estación móvil que envió un CHANNEL REQUEST, informando que no hay canales SDCCH disponibles y por tanto no se le puede asignar.

**HANDOVER REQUEST:** Cuando una estación móvil necesita un *handover*, su BSC envía un HANDOVER REQUEST a la MSC; una vez la MSC ha determinado cuál será la nueva celda, envía un HANDOVER REQUEST a la nueva BSC, para que ella le asigne recursos a esta estación móvil. La nueva BSC debe seleccionar los recursos de radio apropiados y envía información detallada (frecuencia, algoritmo de encriptado, tiempo para transmitir, etc.) del nuevo canal en un mensaje HANDOVER REQUEST ACKNOWLEDGE.

**HANDOVER REQUIRED:** Es enviado por la BSC a la MSC cuando alguna estación móvil necesita un *handover*; la escogencia de la nueva celda depende de los resultados de las medidas de niveles de señal, que haya realizado la estación móvil a su propia celda y a las celdas vecinas. La razón por la que fue solicitado el *handover* también, se especifica en este mensaje. Únicamente se utiliza cuando el *handover* es intra MSC e inter MSC.

**HANDOVER COMPLETE:** Puede ser enviado por la estación móvil a la BTS o por la BSC a la MSC. En el primer caso se envía sobre el DCCH principal, indicando que el *handover* iniciado con el HANDOVER COMMAND ha finalizado exitosamente, en el segundo caso indica lo mismo pero se envía cuando la MSC es la que controla el *handover*.

**HANDOVER COMMAND:** Depende del tipo de *handover* que se debe realizar, si el *handover* es intra-BTS, el mensaje es enviado por la BTS a una estación móvil sobre el DCCH donde le indica la descripción del nuevo canal (tipo de sincronización, lista de frecuencias, tiempo en que puede transmitir, tipo de encriptado, etc.) al que se debe sintonizar; por otra parte, si el *handover* es controlado por la MSC, el mensaje lleva el mismo tipo de información pero en diferente formato y se envía por la MSC hacia la BSC sobre la conexión SCCP (Signaling Connection Control Part).

**HANDOVER PERFORMED:** Este mensaje lo envía la BSS a la MSC para indicar que se ha realizado un *handover* controlado por la BSC. El HANDOVER PERFORMED mapea el indicador de la celda y el identificador del canal, el nuevo canal escogido y el algoritmo de encriptado si la parte de operación y mantenimiento O&M lo necesita.

**HANDOVER FAILURE:** Enviado en el proceso de asignación de recursos en un *handover* sobre la conexión SCCP; aquí, el mensaje se envía por la BSC a la MSC indicando que no es posible asignar el recurso





solicitado porque no lo tiene o porque está siendo utilizado, en este caso es una respuesta negativa a un HANDOVER REQUEST, sin embargo puede ser una respuesta negativa a un HANDOVER COMMAND y entonces se envía por la estación móvil a su actual BTS sobre el canal DCCH mostrando que no pudo sintonizar el canal asignado. En los dos casos el *handover* es rechazado.

**ERROR INDICATION:** Este mensaje se envía desde la BTS a la BSC para indicar que existen problemas en la capa dos de la interfaz de aire; generalmente, no son errores de protocolo sino errores causados por las malas condiciones del enlace de radio, que se ven reflejadas en el incremento de la tasa de error de bits o en la falta de ACKs.

**DELETE INDICATION:** Es enviado por la BTS hacia la BSC informando que el CCCH está sobrecargado y no puede enviar ningún comando.

**ESTABLISH INDICATION:** Este mensaje es enviado por la BTS a la BSC para revelar que se ha establecido un enlace de radio que solicitó una estación móvil.

**CONNECTION FAILURE INDICATION:** Es un mensaje remitido por la BTS hacia la BSC diciendo que existen problemas sobre la capa uno (capa física) de la interfaz de radio. Ocurre cuando una conexión activa deja de funcionar por alguna razón.

Los casos más frecuentes que originan un CONNECTION FAILURE INDICATION son: la pérdida de conexión en los canales SDCCH o TCH en *uplink* o *downlink*, problemas cuando falla el nuevo canal asignado en un *handover*, errores de sincronización de la TRAU (*Transcoder Rate Adapter Unit*)<sup>6</sup> y asignación de un canal con capacidad errónea.

**CLEAR REQUEST:** Se refiere a la solicitud de liberación de la conexión de una estación móvil. Lo envía la BSC a la MSC cuando detecta problemas en la interfaz de radio durante el establecimiento de llamada, o mientras un canal de control o de tráfico está activo. Se hace un CLEAR REQUEST cuando se quiere liberar de manera anormal los recursos dedicados; La MSC le responde con un CLEAR COMMAND donde va la instrucción para realizar esta operación.

**PAGING COMMAND:** enviado desde la BSC a la BTS para enviar un *paging* y ubicar una estación móvil que está siendo solicitada. Va información como la identificación del móvil (IMSI o TMSI), el tipo de canal necesario, y el grupo de *paging* a la cual pertenece la estación móvil.

---

<sup>6</sup> Elemento de las BTS que lleva a cabo la codificación y decodificación de la voz, así como la adaptación de la velocidad de transmisión para los datos.



## ANEXO H

### KPIS ADICIONALES DE ANÁLISIS DE MILLICOM PARA EL SERVICIO DE VOZ.

#### TRAFFICLOSS (Traffic Loss)

Este KPI muestra de forma teórica, la diferencia entre el tráfico ofrecido que es el tráfico que demandan los usuarios (puede ser de 3 tipos, *full rate*, *half rate* y *dual rate*) y el tráfico cursado. Se refiere a la cantidad de tráfico que no se ha atendido por alguna razón. Cuenta el tráfico generado por los procesos de *handover*. El *traffic loss* es muy importante para fines de planeación y optimización de la red, porque ayuda a realizar un buen dimensionamiento de la capacidad a nivel de recursos de.

Matemáticamente se expresa como sigue:

$$TRAFFICLOSS = TCH_{TRAFFOFFERED} - TCH_{TRAFFCARRIED}$$

Esta fórmula es aplicable a cualquier tipo de tráfico ofrecido; es decir, que es posible realizar el cálculo del tráfico perdido de Half rate, Full Rate y Dual Rate. De tal forma que si por ejemplo, se quiere saber la cantidad de tráfico FR perdido la fórmula se expresa como:

$$TRAFFICLOSSFR = TCH_{TRAFFOFFEREDFR} - TCH_{TRAFFCARRIEDFR}$$

No se muestran detalles de TRAFFICLOSS y sus contadores porque no está dentro de los KPIs a analizar.

#### FER (Frame Error Rate)

Al igual que el anterior, no se entra en detalle porque no será analizado en este proyecto.

El FER, se utiliza para medir la calidad de voz en los TRX y necesita de una correlación con otras medidas para poder ser analizado, Siemens lo llama **Quality Link for N% FER** y lo define como el número total de valores de FER en UL que están bajo un nivel de umbral.

Para cada TRX, se proveen medidas que correlacionan RXLEV (nivel de recepción), RXQUAL (calidad de recepción), TA (*Timing advance*) y FER tanto para UL (medidas obtenidas de reportes) como para DL (Medidas internas de la BTS).

CFERRXQU es un contador asociado a este KPI que correlaciona el FER y RXQUAL. Gráficamente se muestra en la figura H-1.

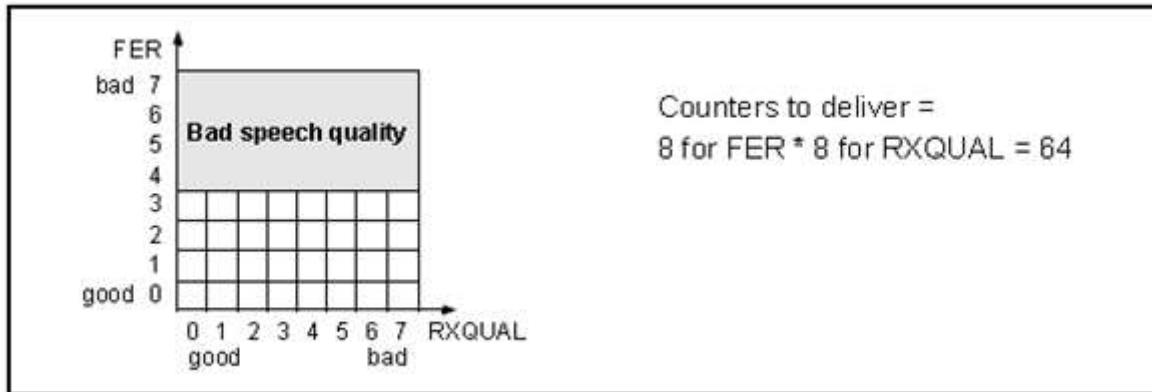


Figura H- 1. Diagrama de relación entre FER y RXQUAL (Tomada de texto SBS Counters de Siemens)

Como se observa en la figura G-1, el CFERRXQU tiene 64 medidas que son todas las posibles combinaciones entre 8 valores de FER con 8 valores de RXQUAL (ambos van desde el 0 hasta el 7). Para TIGO los primeros 24 subcontadores se consideran como buenos, lo que corresponde a un umbral de FER igual a 2 (N=2); es decir, que todos los subcontadores 0,1 y 2 de FER con cualquier combinación de RXQUAL, se considera que tiene buena calidad de voz.

### CSSR (Call Setup Success Rate)

Este indicador muestra la tasa de llamadas que se establecieron correctamente desde el punto de vista de la BSS. Siemens lo precisa como una relación de KPIs así:

$$CSSuccRate = ImmAssSuccRate * SSSProcSuccRateCStotal * AssSuccRate$$

**ImmAssSuccRate (Immediate Assignment Success Rate)** indica la tasa de asignaciones inmediatas exitosas desde el punto de vista de la estación móvil. Una asignación inmediata se considera que es exitosa cuando una BTS retorna un mensaje de indicación de establecimiento a la BSC.

**SSSProcSuccRateCStotal (Total SSS Procedures Success Rate related to Call Setups)** entrega la tasa de procesos exitosos realizados por el subsistema de conmutación (*SSS Procedures Success Rate*) relacionados con el número de llamadas establecidas (*Call Setups*) y es una comparación entre el número de procesos de asignación iniciados (*Assignment Requests*), con el número de procesos de asignación inmediata exitosos<sup>7</sup>. Este indicador también cuenta información que no está relacionada con la BSS como por ejemplo información de autenticación, identidad, cifrado y fallas de MSC.

<sup>7</sup> Existen dos formas de obtener un canal, la primera es siguiendo el proceso de asignación que es cuando un móvil origina una llamada (MOC), la segunda es la asignación inmediata que es cuando a un móvil le entra una llamada (MTC).



**AssSuccRate (Assignment Success Rate)** es la tasa de asignaciones exitosas. Se considera que el proceso de asignación es exitoso, si la BSC retorna un mensaje a la MSC de ASSIGNMENT COMPLETE. No se consideran las asignaciones de canales SDCCH.

El CSSR no se analiza en este proyecto, razón por la que no se entra en mayor detalle.



## ANEXO I

### GRÁFICOS DE COMPARACIÓN DE SITIOS PARA SELECCIÓN DE LOS SECTORES DE ESTUDIO.

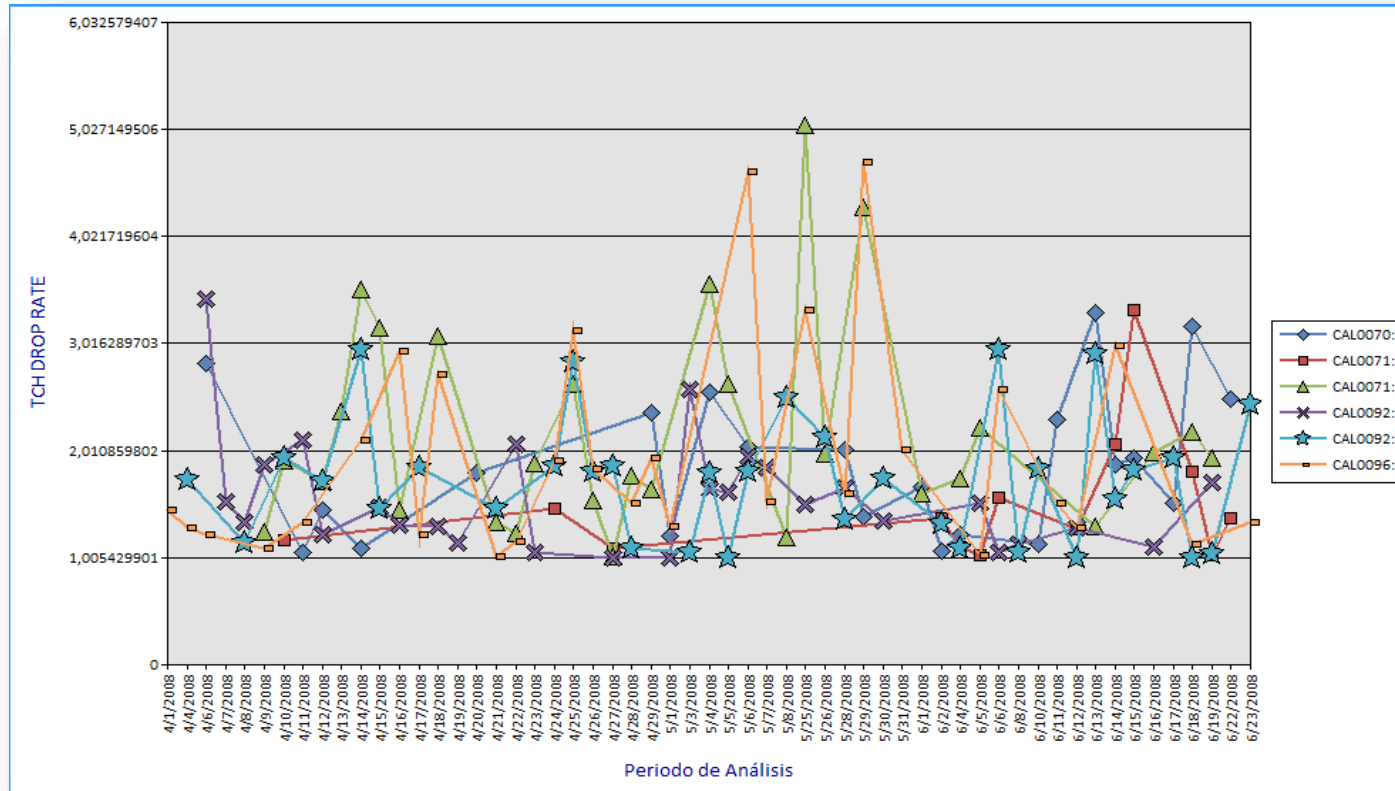


Figura I- 1. Comparación de sitios alarmados para TDHDropRate

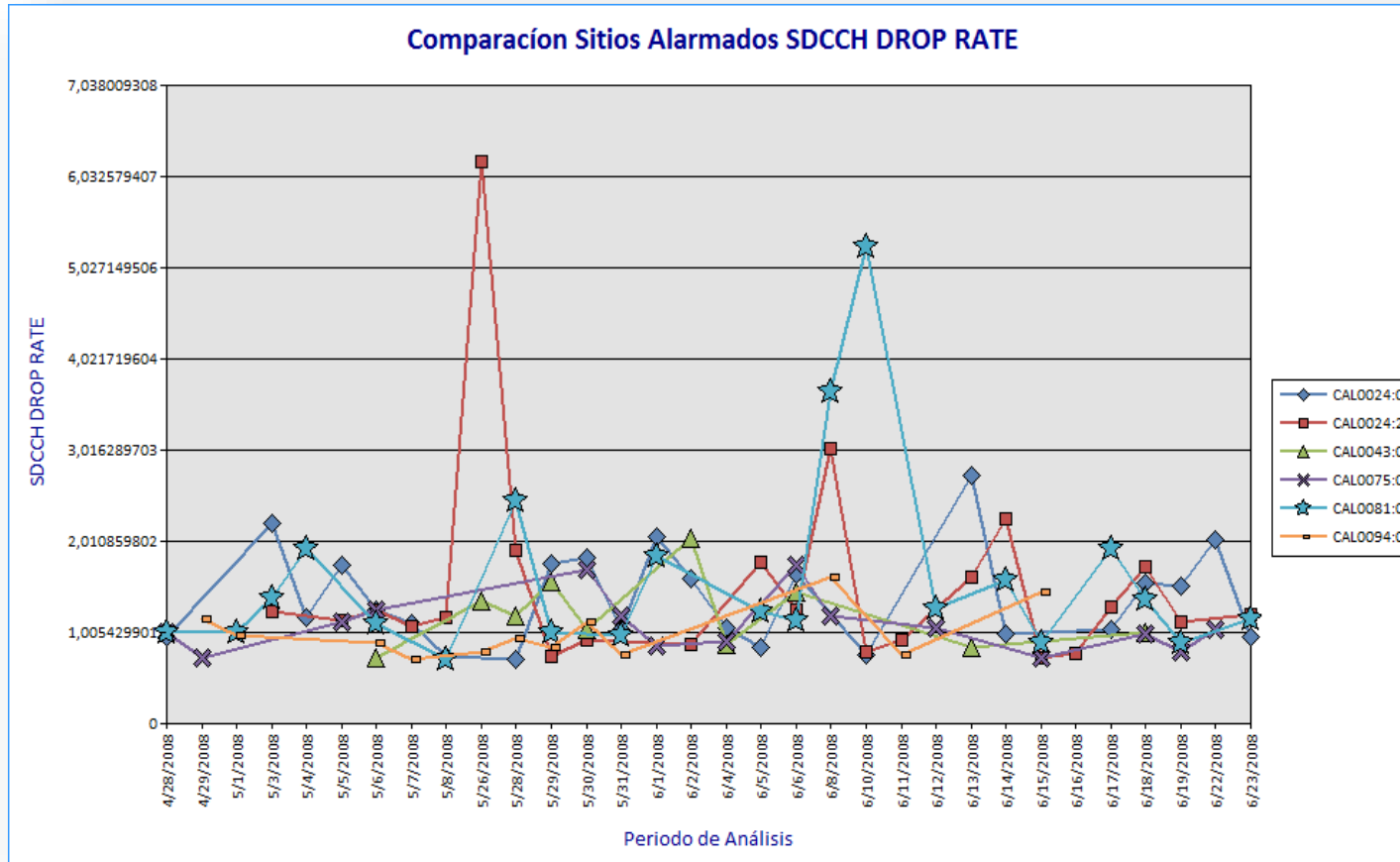


Figura I- 2. Comparación de sitios alarmados para SDCCHDropRate

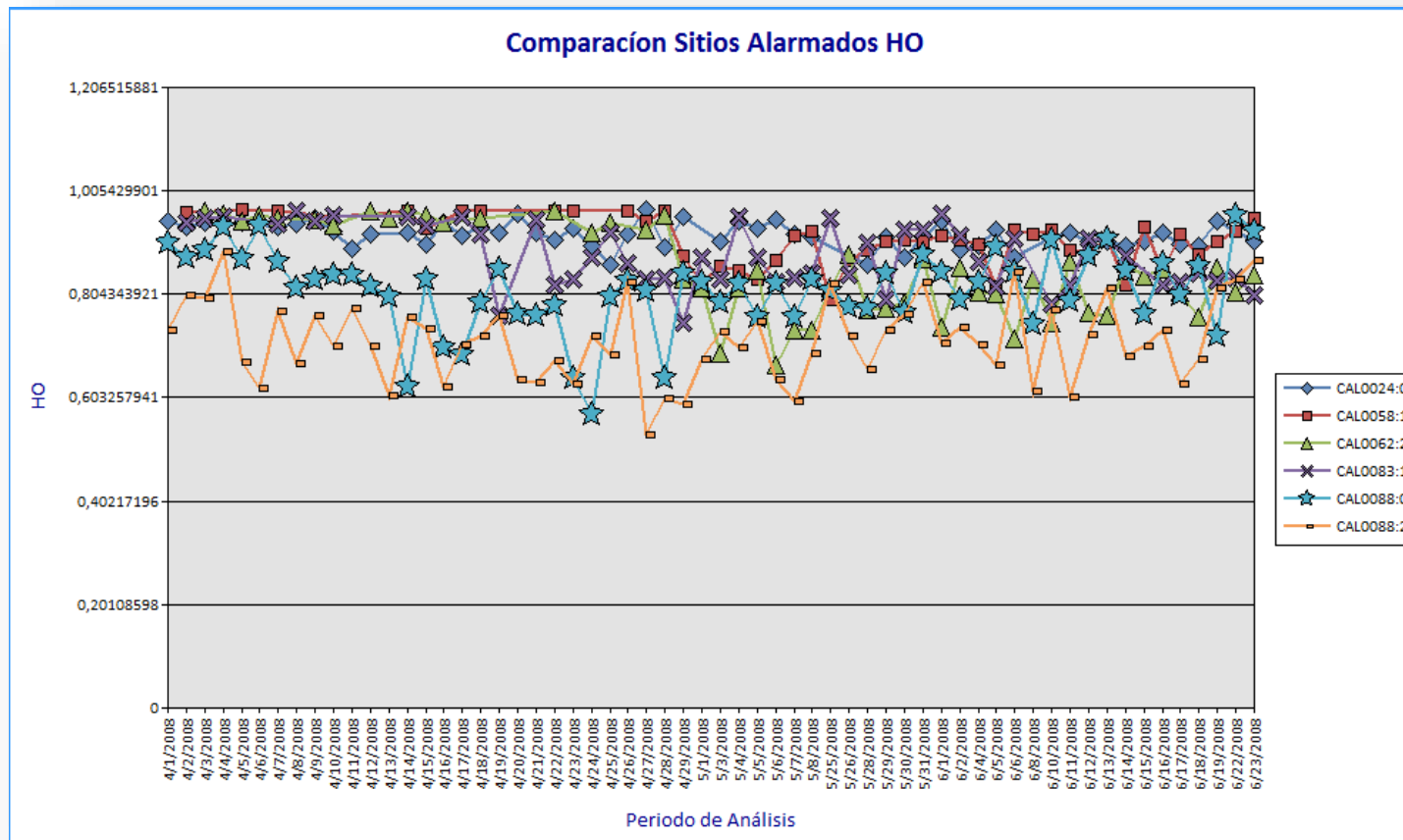


Figura I- 3. Comparación de los sitios alarmados para Handover



## ANEXO J

### CARACTERIZACIÓN DE LOS SITOS ESTUDIO

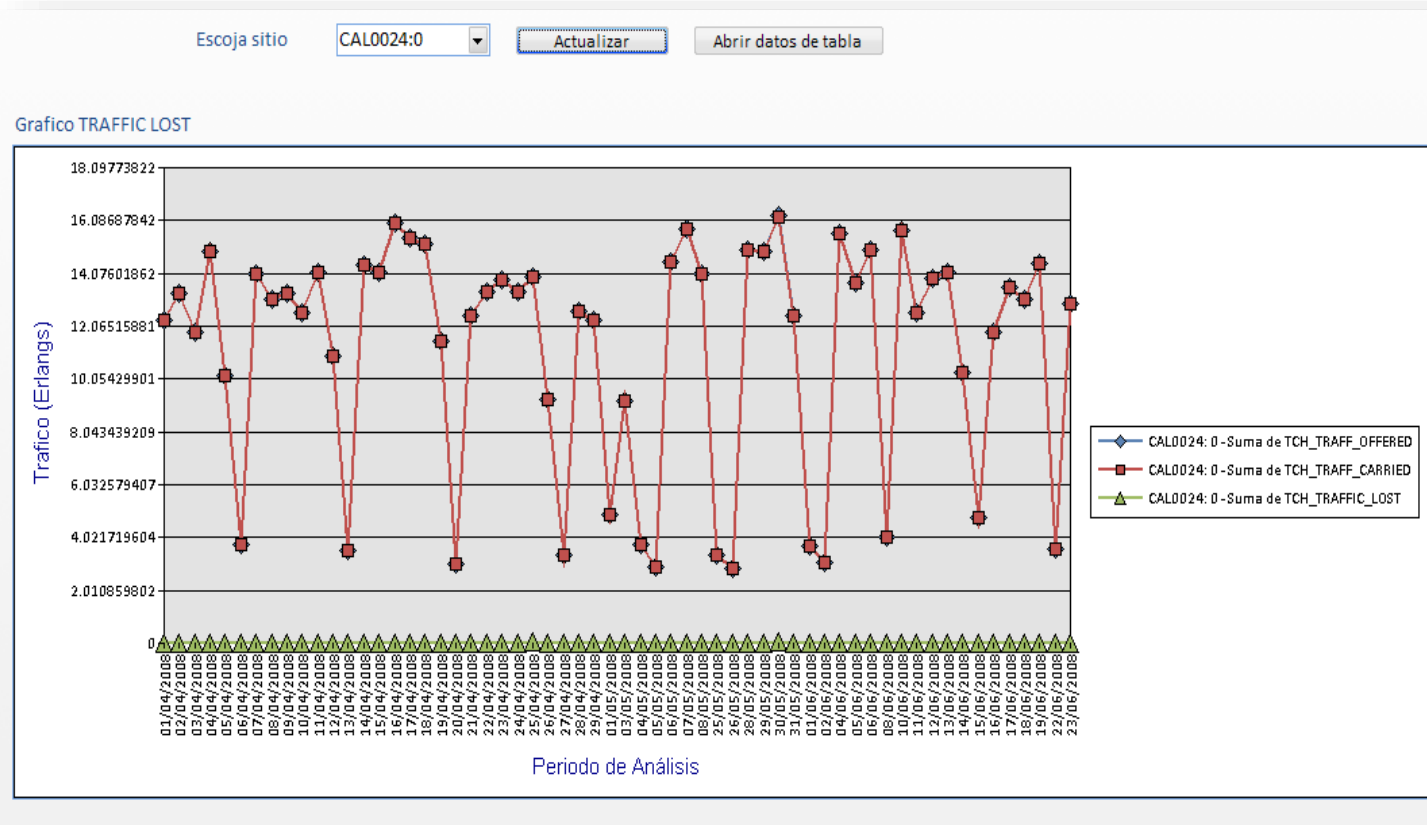


Figura J- 1. Comportamiento de tráfico San Nicolás



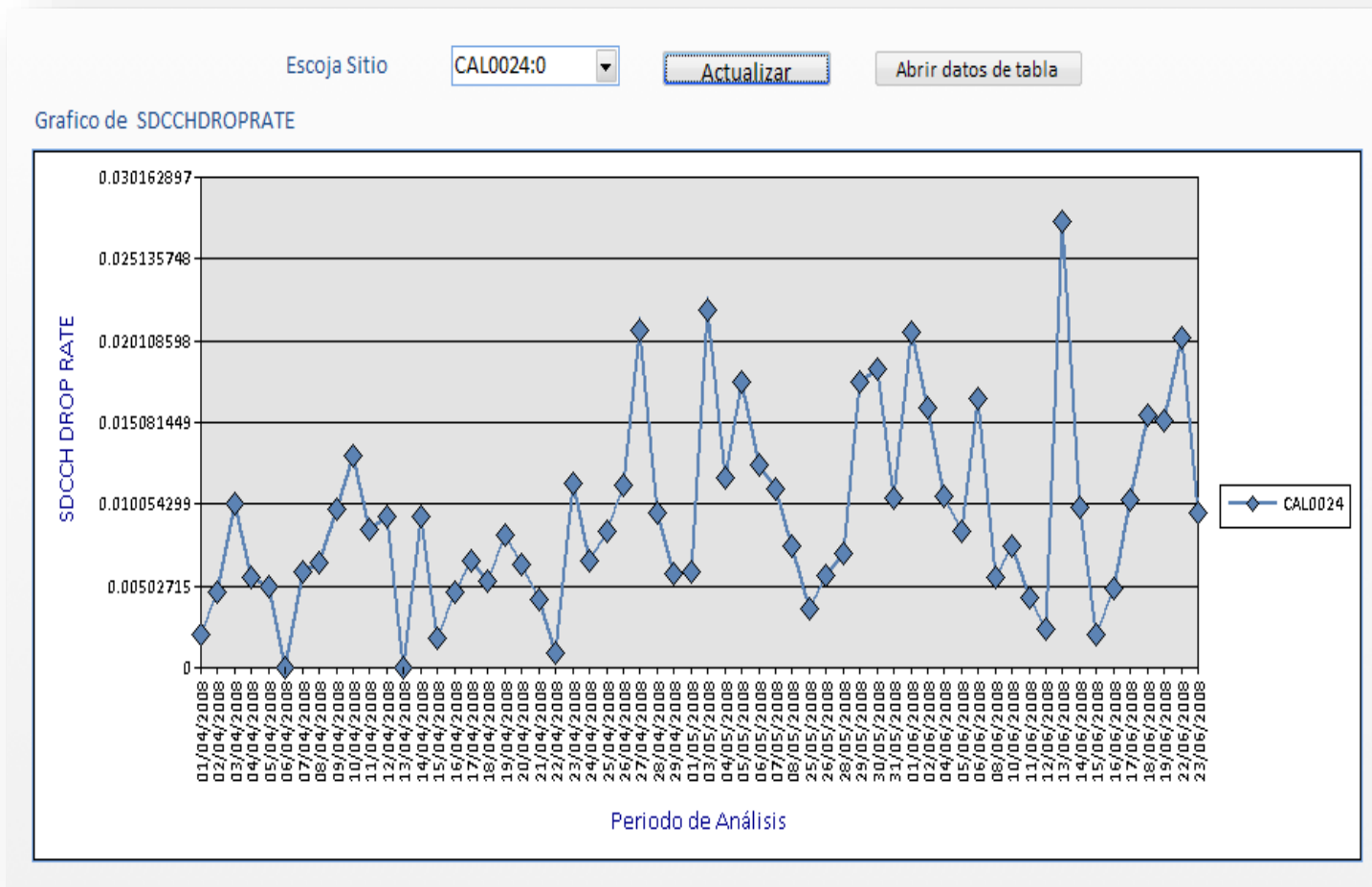


Figura J- 2. Comportamiento de SDCCHDropRate San Nicolás

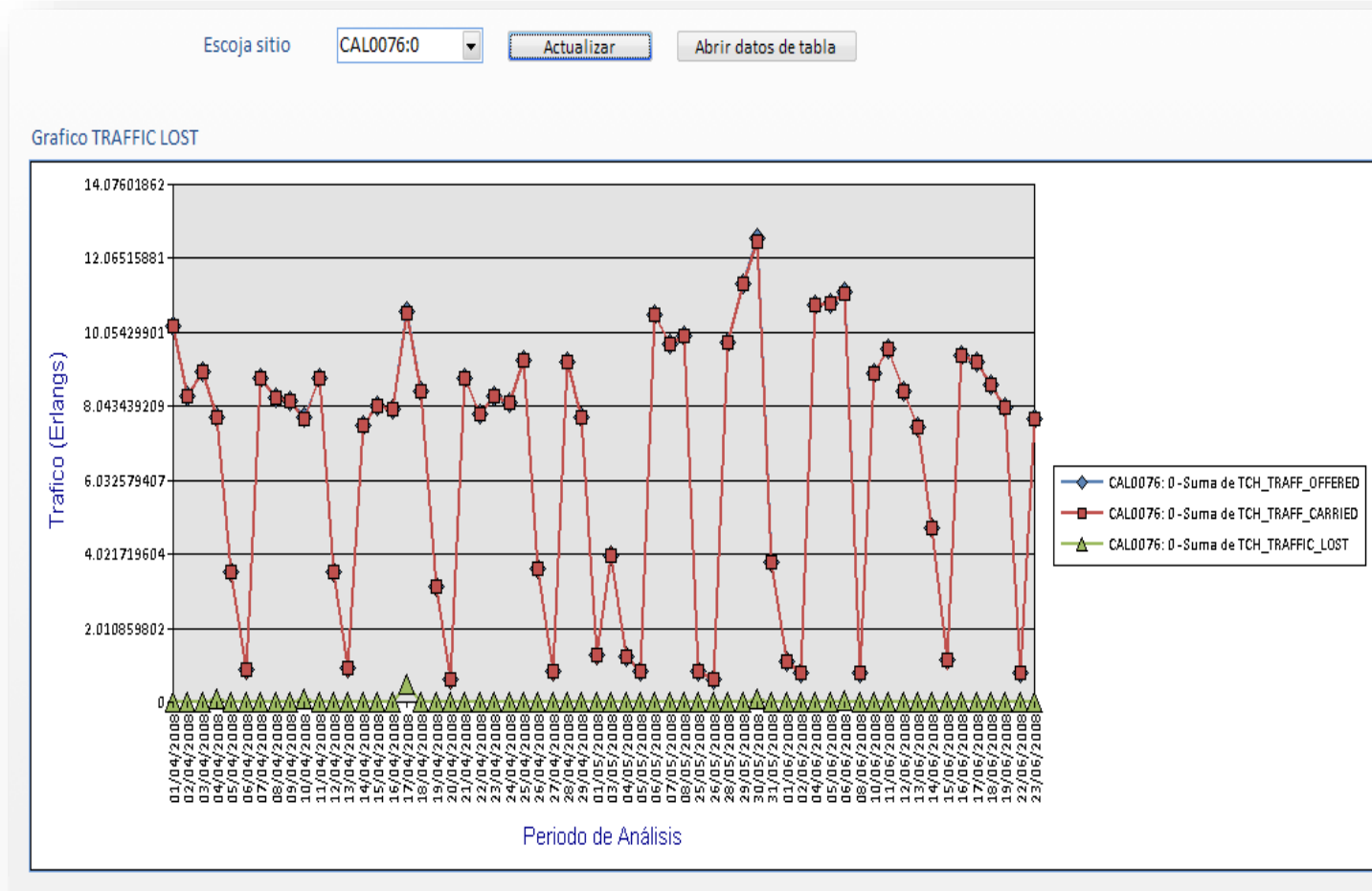


Figura J- 3. Comportamiento de tráfico Parque Caicedo

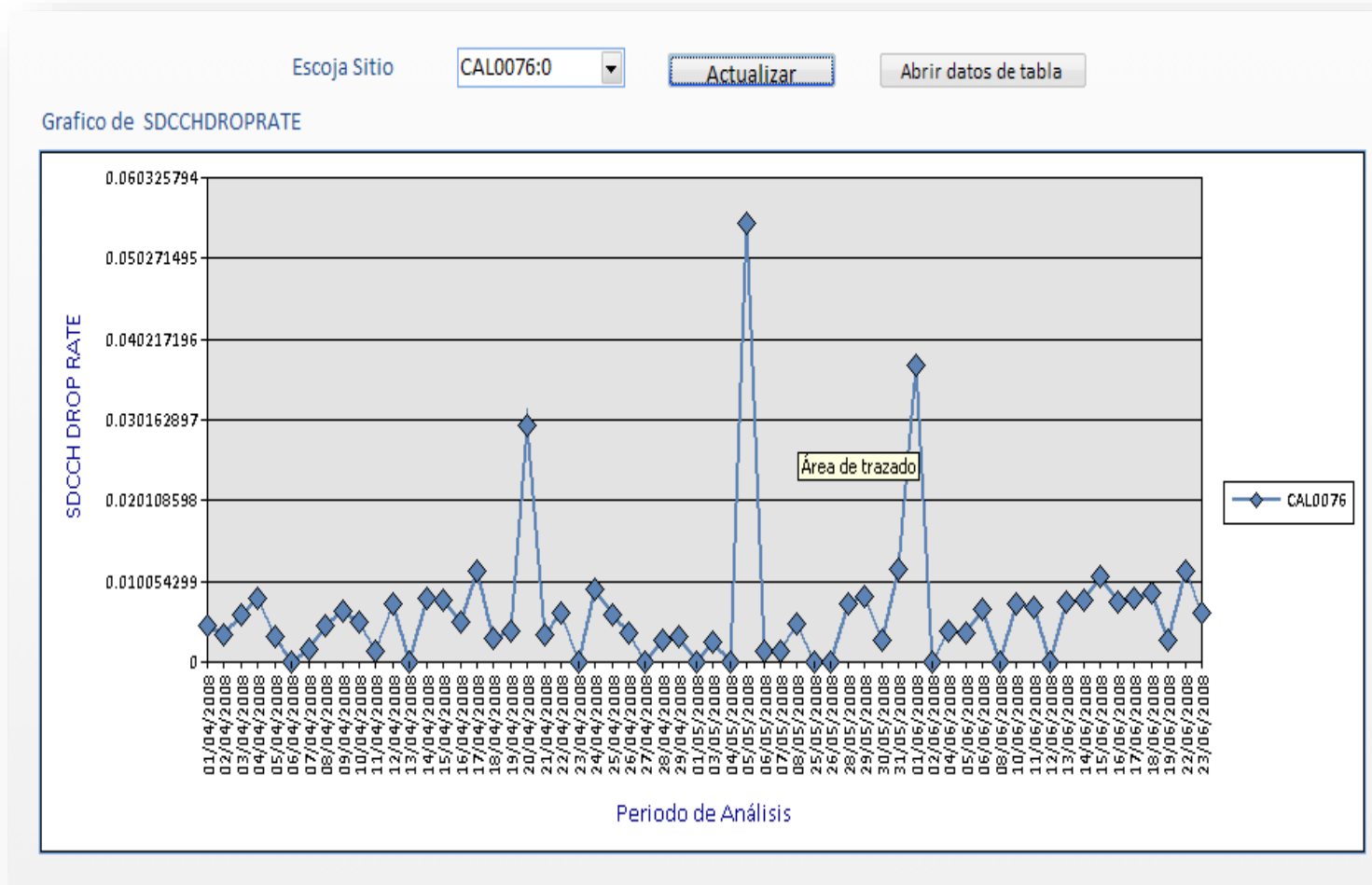


Figura J- 4. Comportamiento de SDCCHDropRate Parque Caicedo

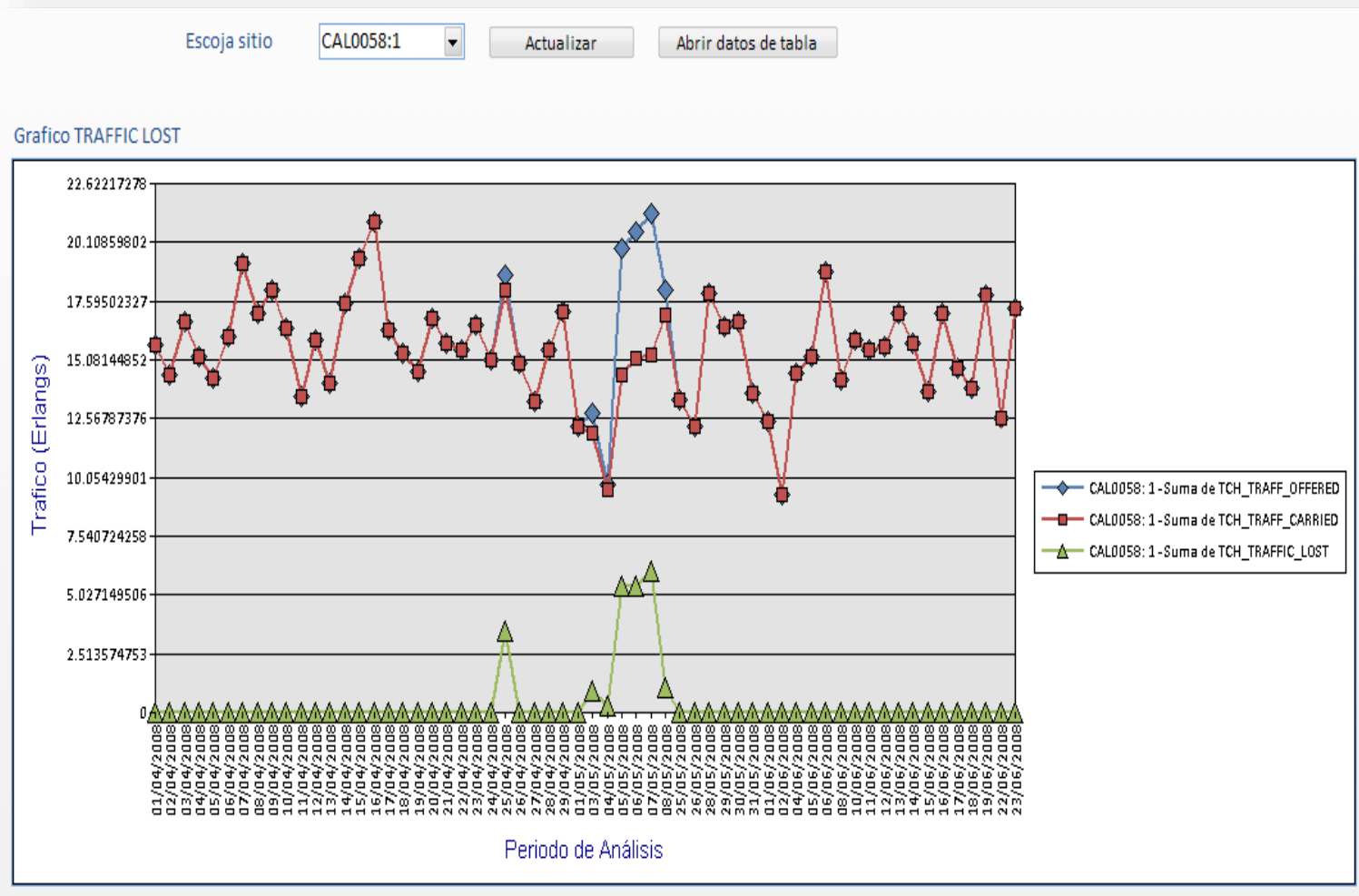


Figura J- 5. Comportamiento de tráfico La 14 Limonar

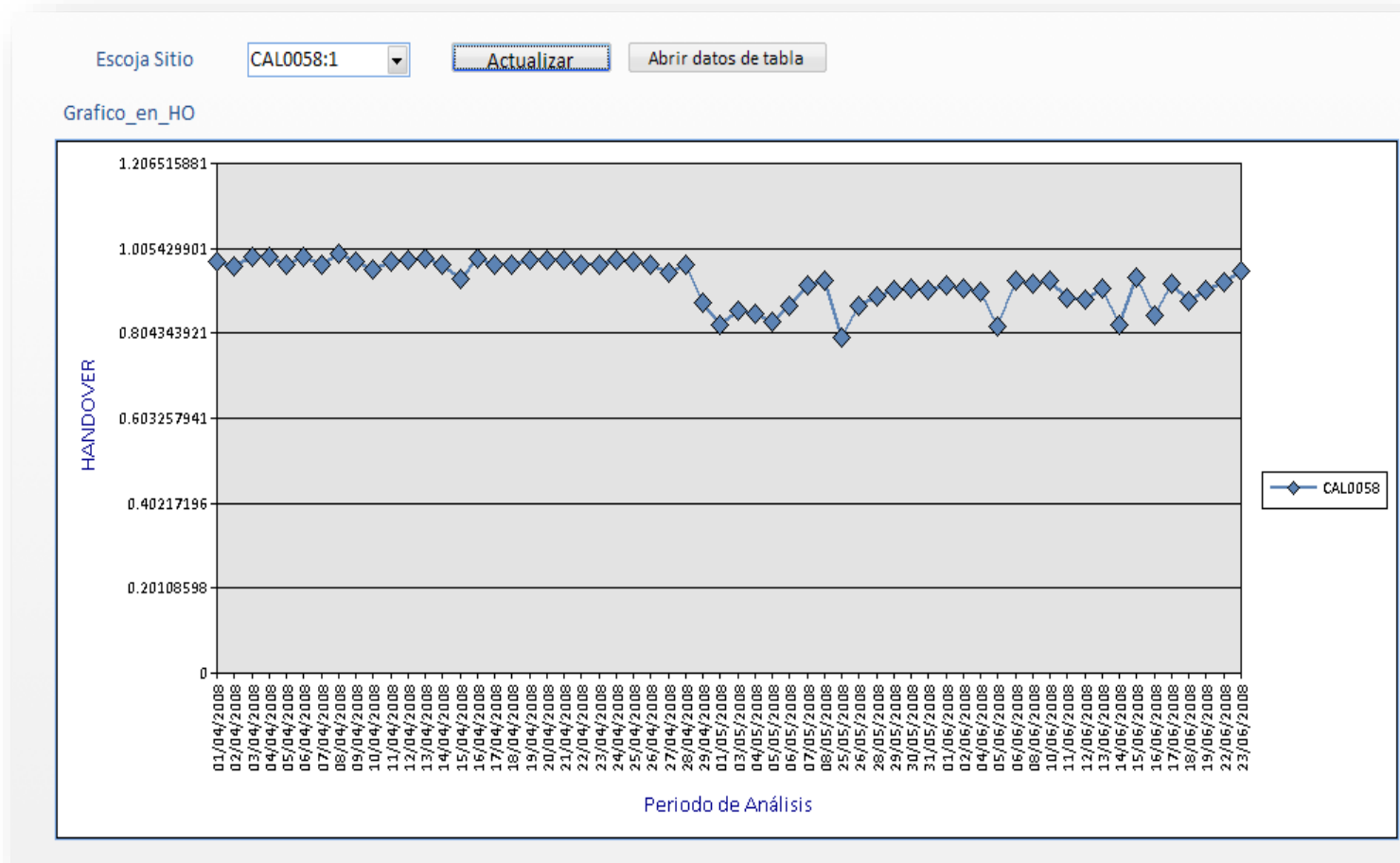


Figura J- 6. Comportamiento de Handover La 14 Limonar

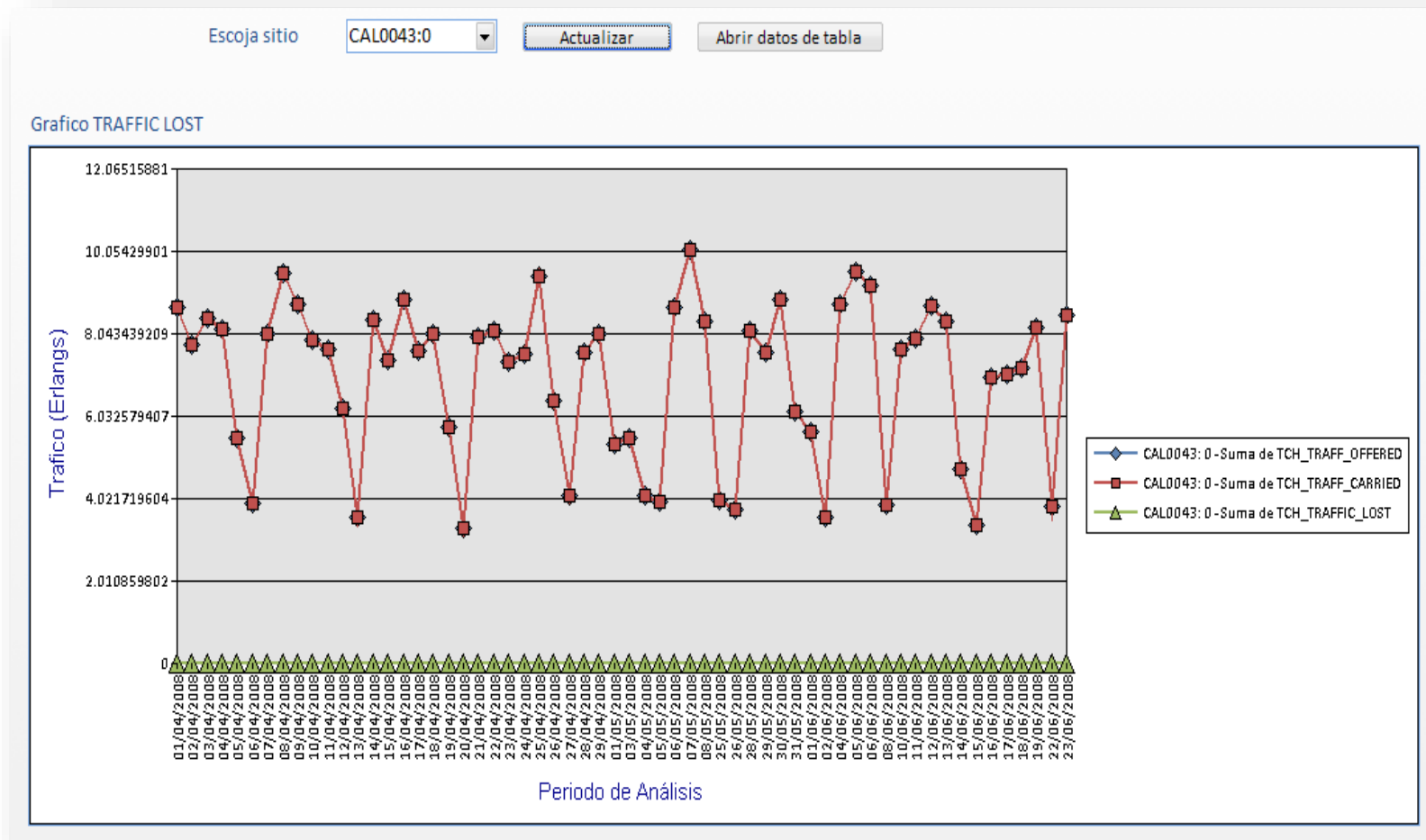


Figura J- 7. Comportamiento de tráfico San Fernando

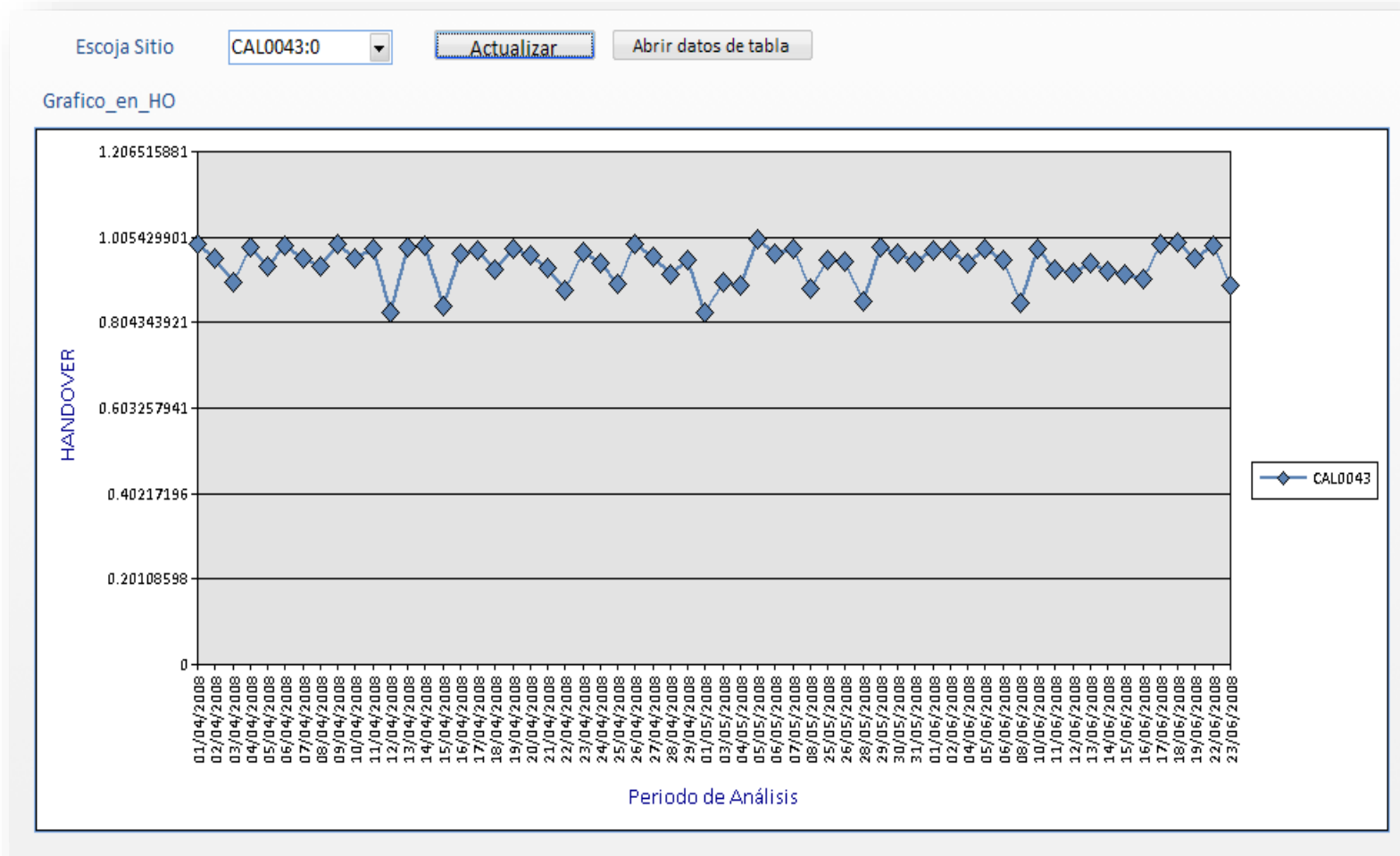


Figura J- 8. Comportamiento de Handover San Fernando

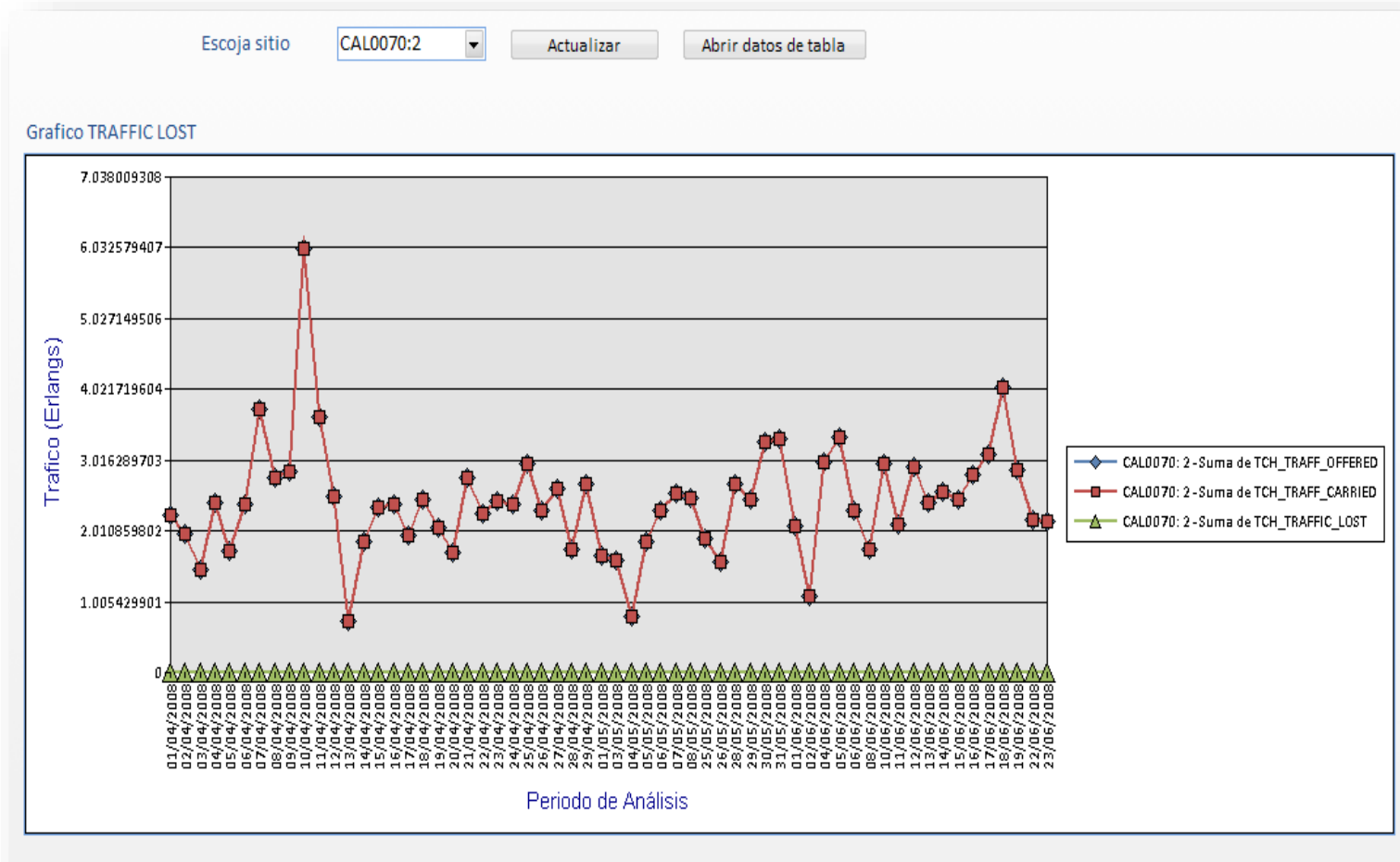


Figura J-9. Comportamiento de tráfico Javeriana



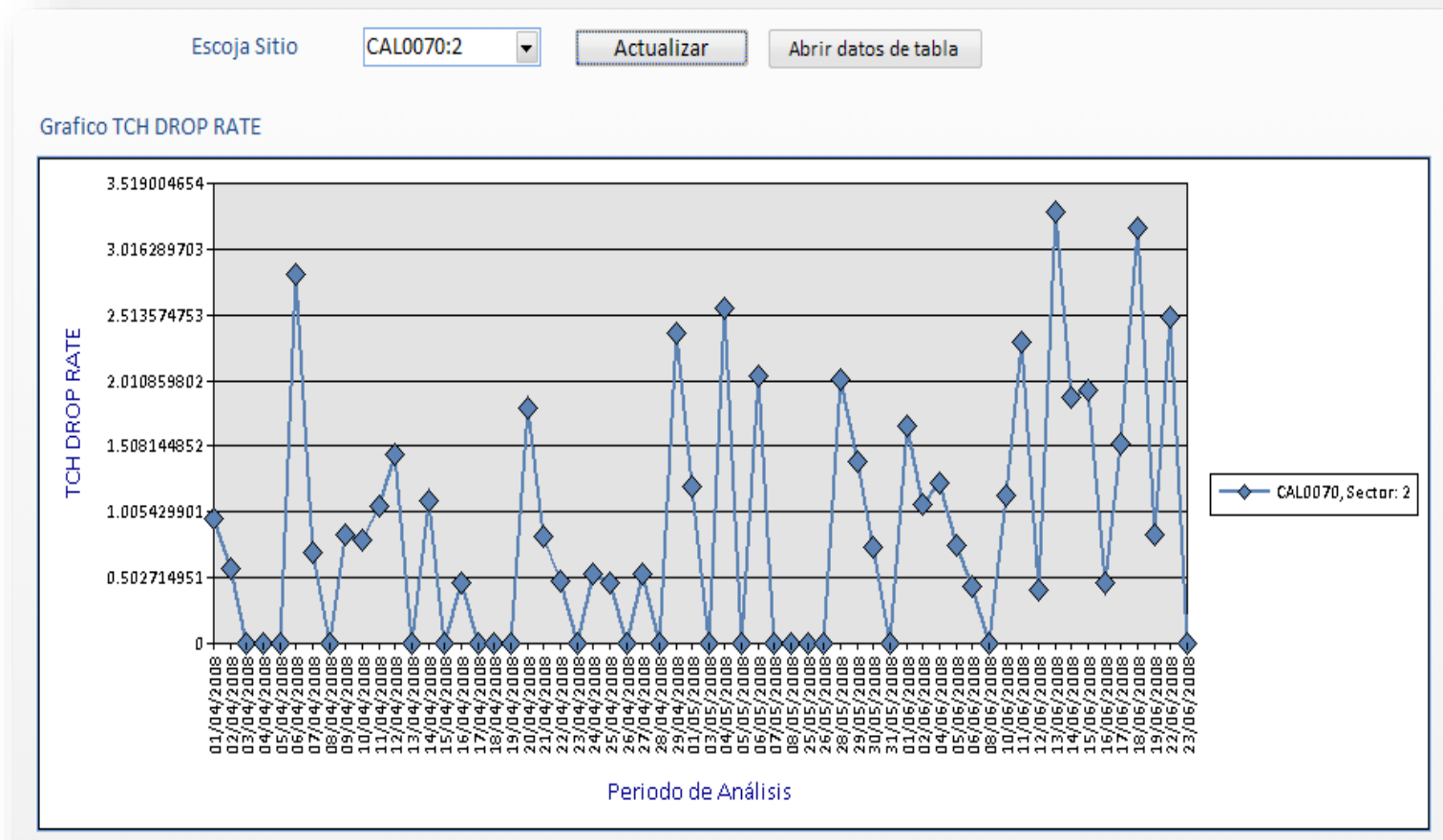


Figura J- 10. Comportamiento de TCHDropRate Javeriana

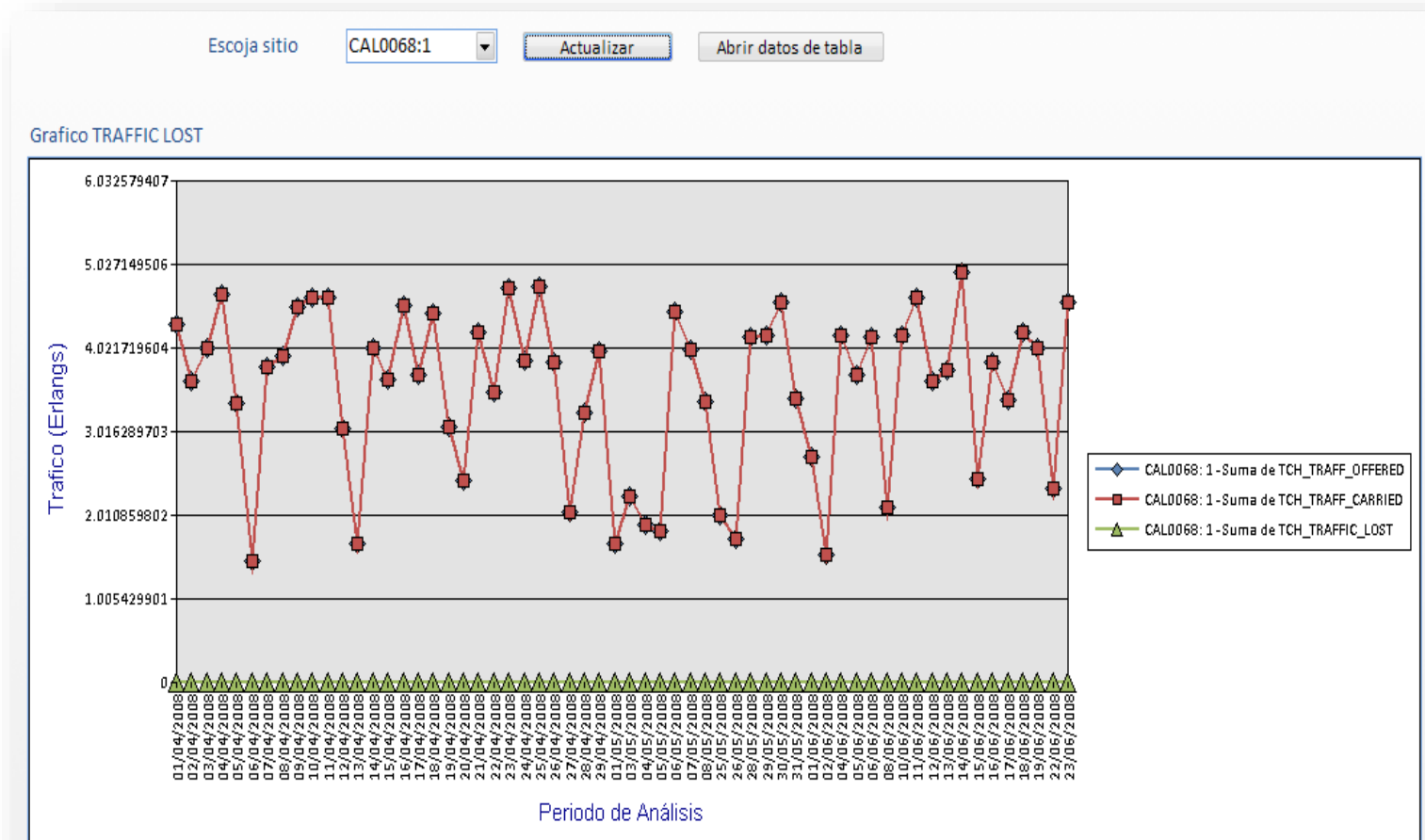


Figura J- 11. Comportamiento de tráfico Autónoma

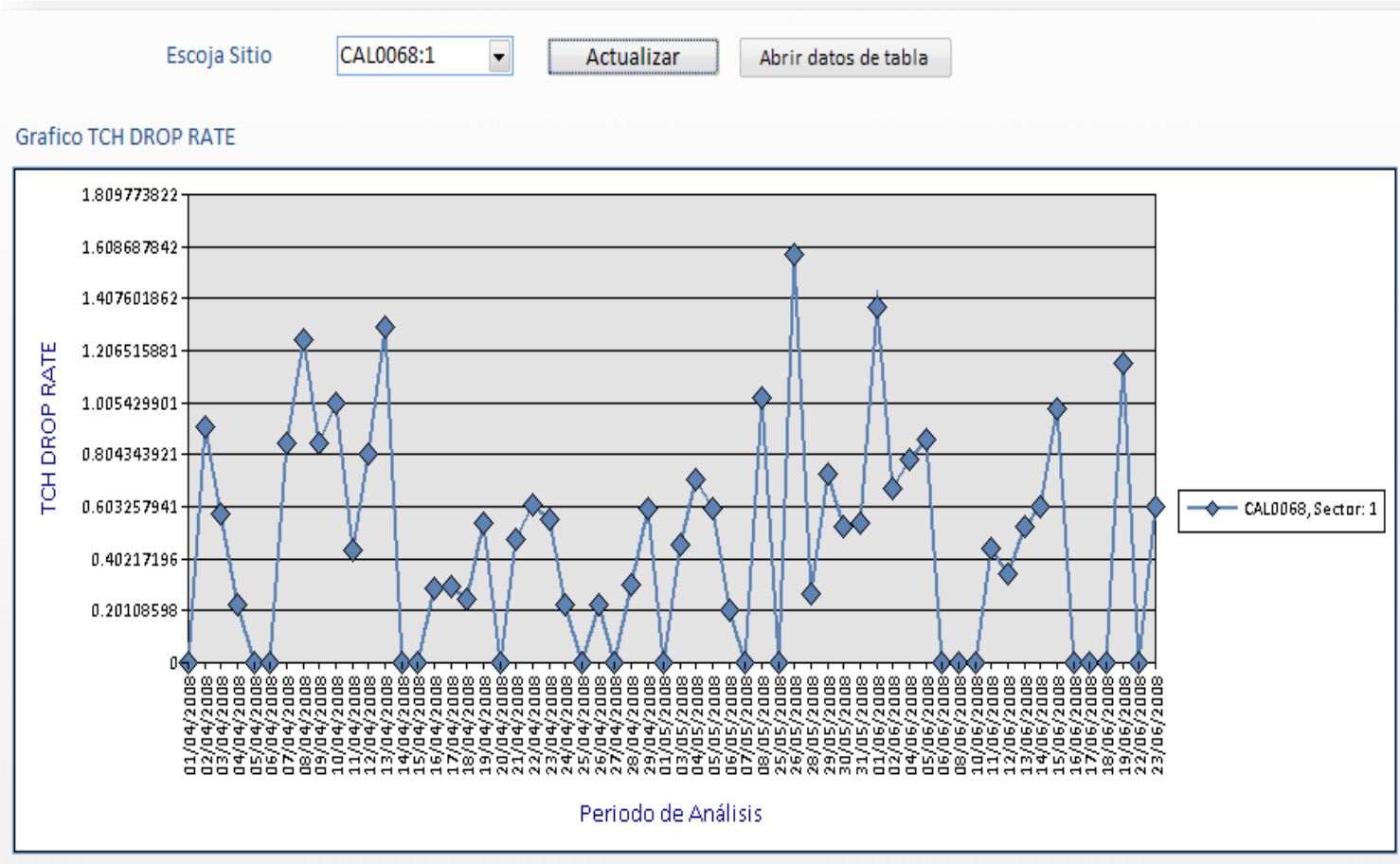
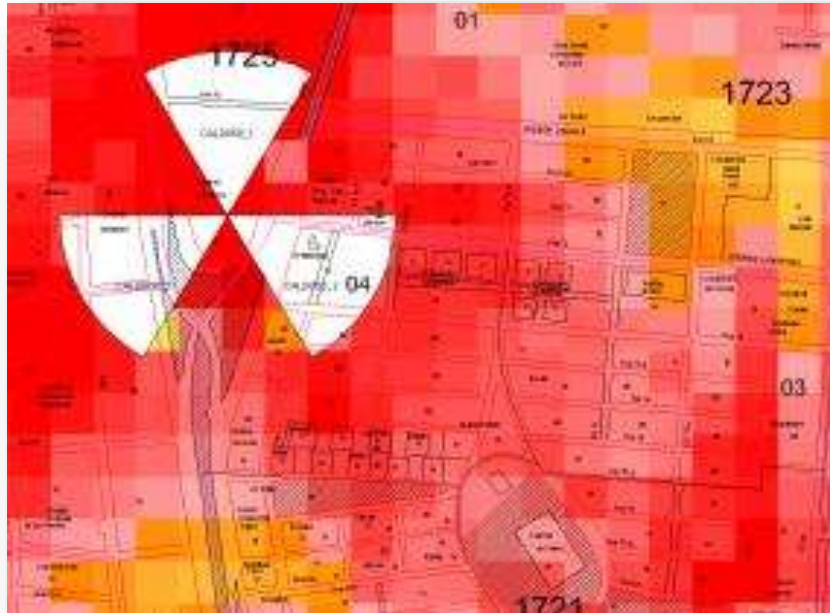


Figura J- 12. Comportamiento TCHDropRate Autónoma



## ANEXO K

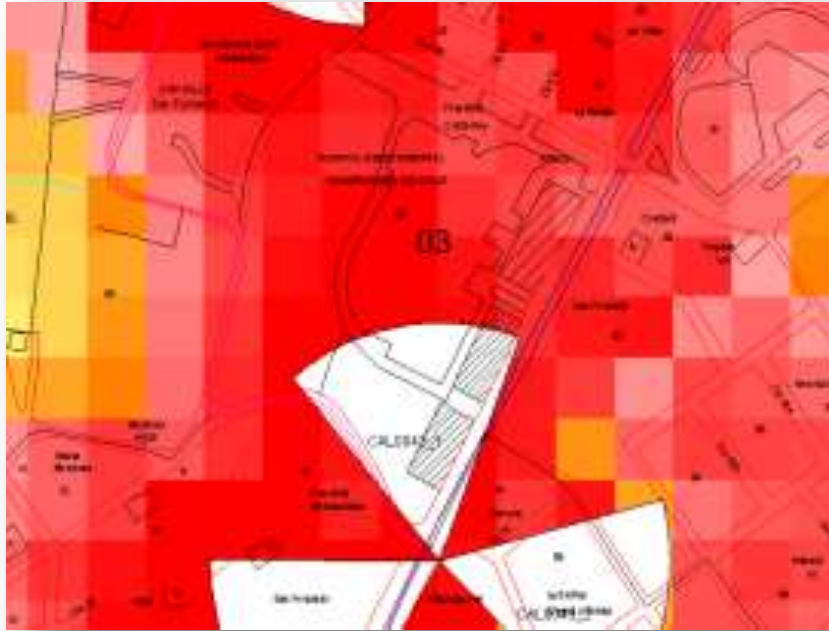
### MAPAS DE PROPAGACIÓN DE LOS SECTORES ESTUDIO



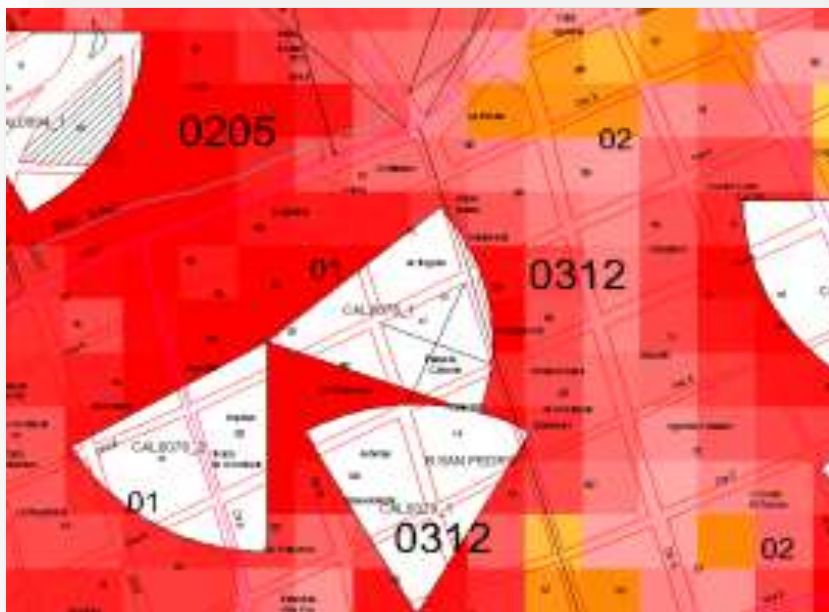
*Figura K- 1. Mapa de propagación La 14 Limonar*



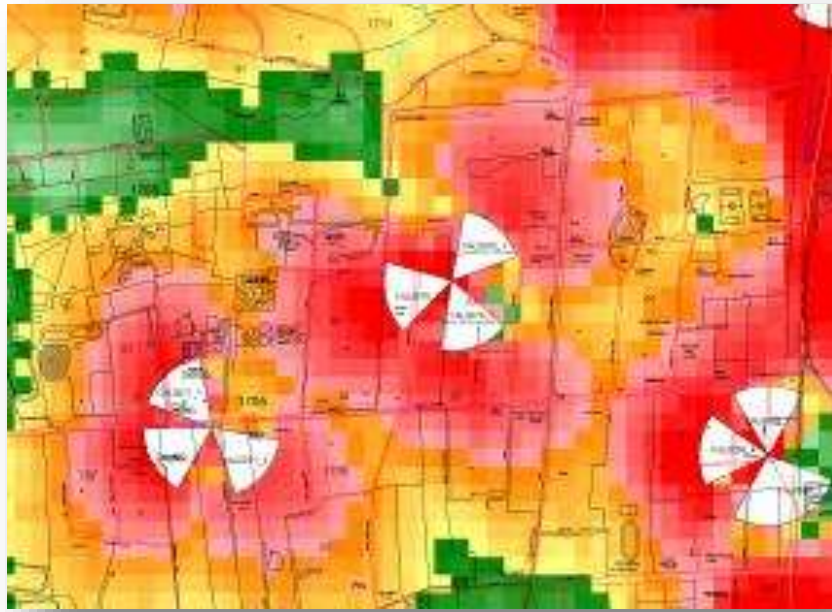
*Figura K- 2. Mapa de Propagación San Nicolás*



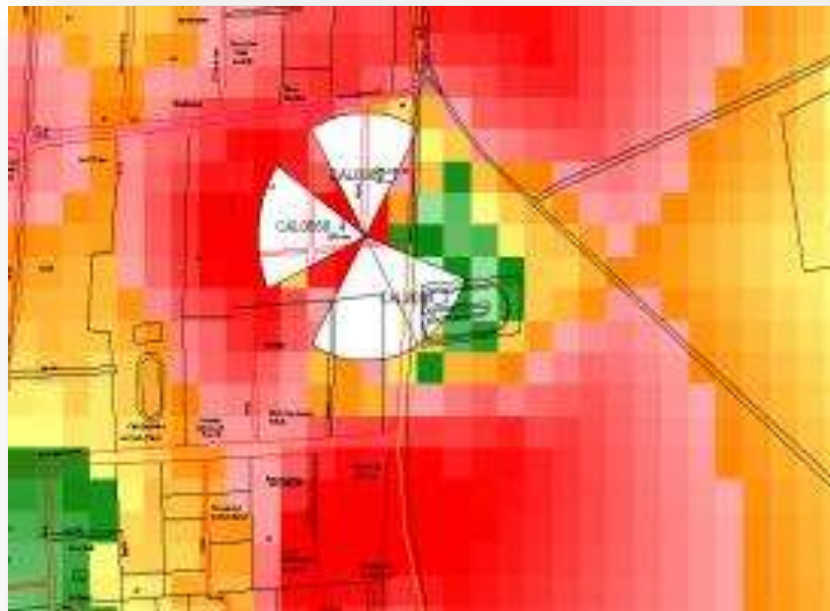
*Figura K- 3. Mapa de Propagación San Fernando*



*Figura K- 4. Mapa de Propagación Parque Caicedo*



*Figura K- 5. Mapa Propagación Javeriana*

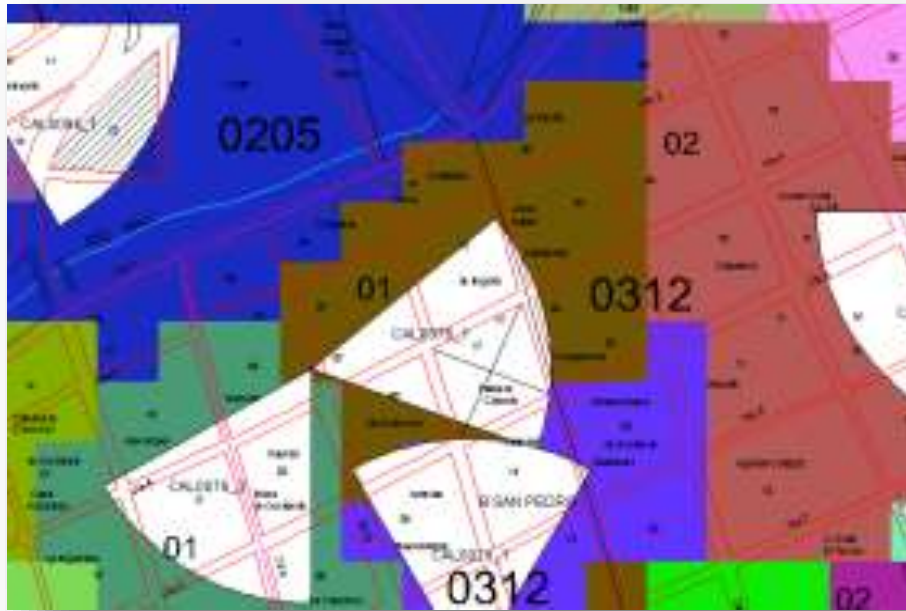


*Figura K- 6. Mapa de Propagación Autónoma*

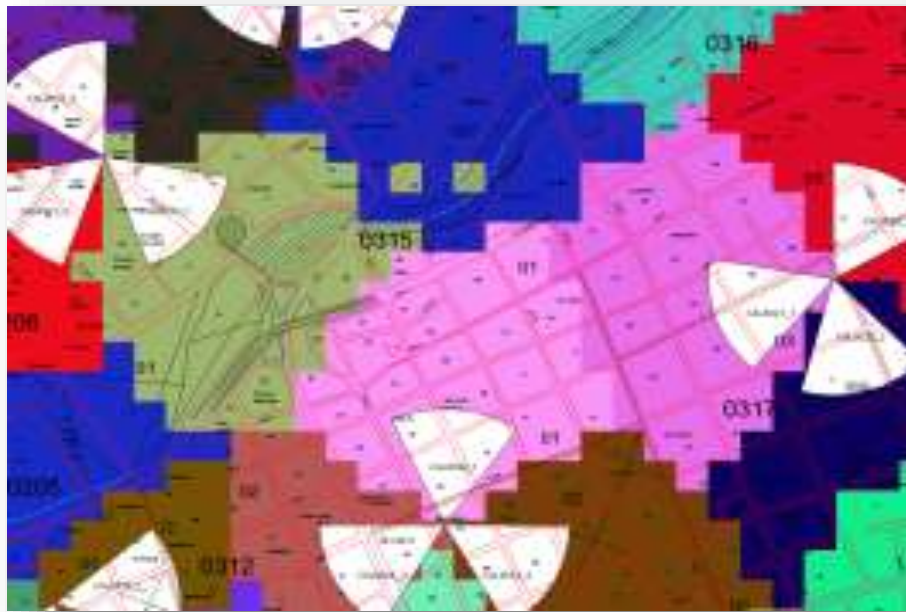


## ANEXO L

### MAPAS DE MEJOR SERVIDOR PARA LOS SITIOS ESTUDIO



*Figura L- 1. Mapa mejor servidor Parque Caicedo*



*Figura L- 2. Mapa mejor servidor San Nicolás*

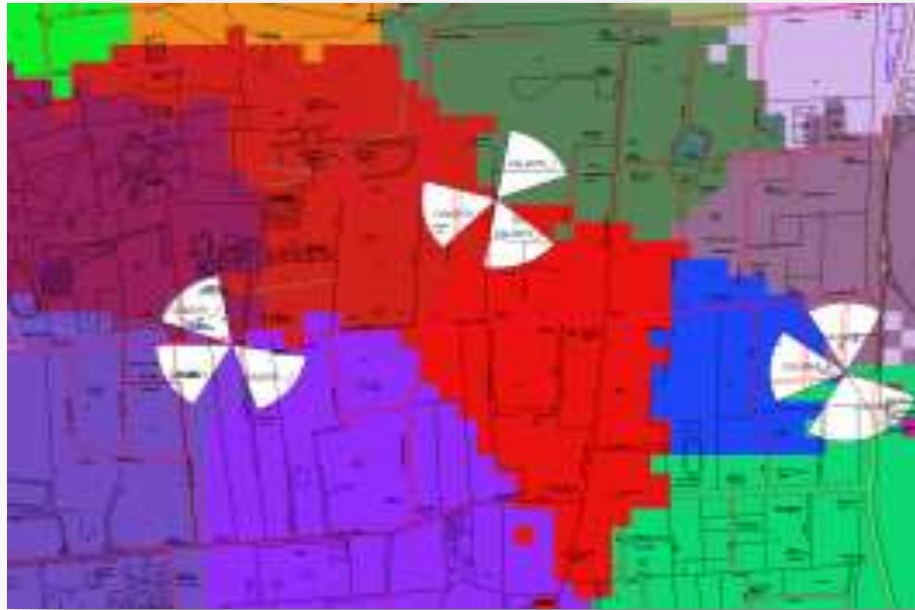


*Figura L- 3. Mapa mejor servidor La 14 limonar*

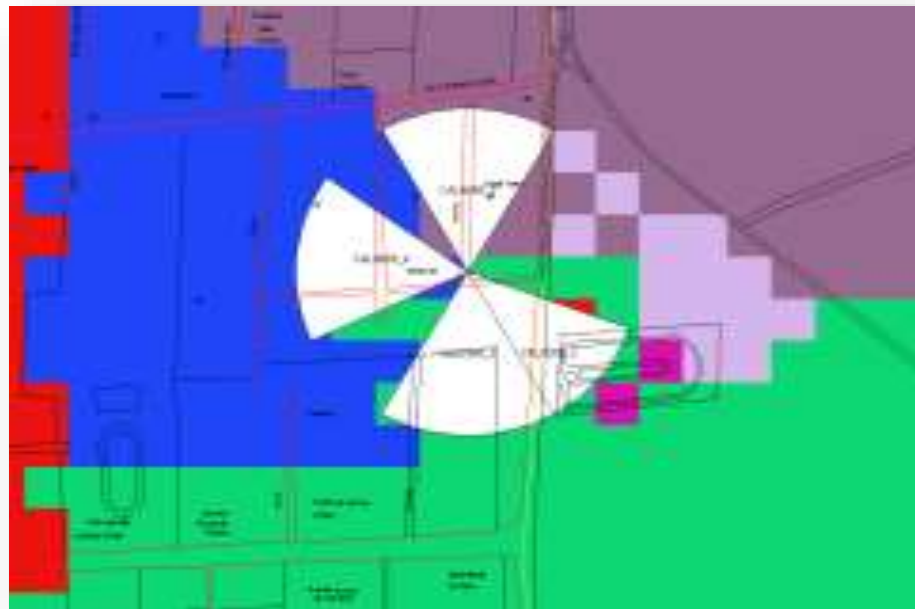


*Figura L- 4. Mapa mejor servidor San Fernando*





*Figura L- 5. Mapa mejor servidor Javeriana*



*Figura L-6. Mapa mejor servidor Autónoma*



## ANEXO M

### RECORRIDO DE ENCUESTAS EN LOS SITIOS ESTUDIO

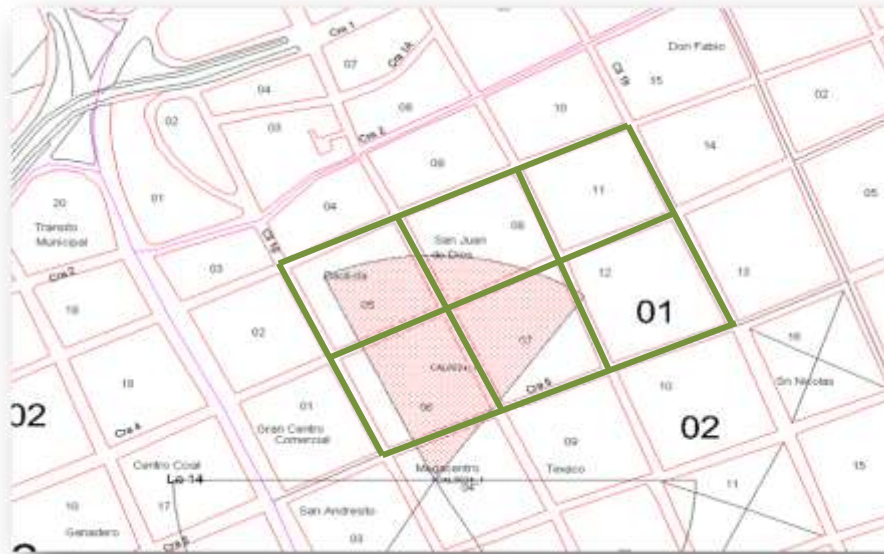


Figura M- 1. Mapa de recorrido San Nicolás



Figura M- 2. Mapa de recorrido La 14 limonar



Figura M- 3. Mapa de recorrido Plaza Caicedo

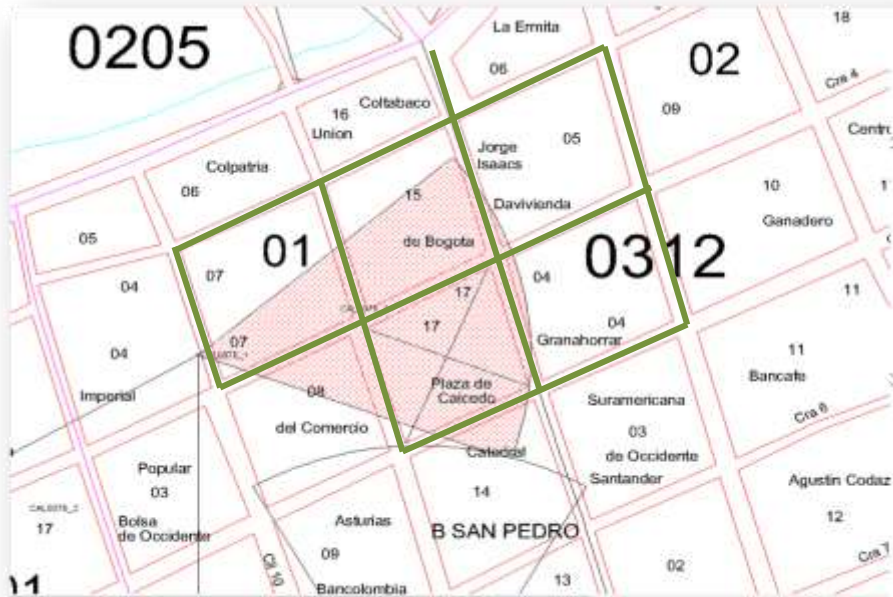


Figura M- 4. Mapa de recorrido San Fernando

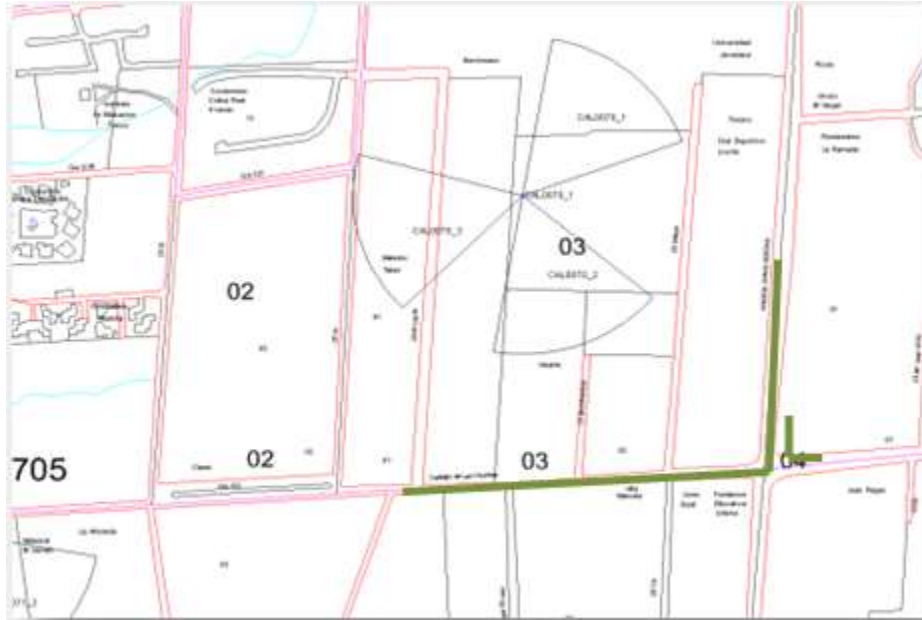


Figura M- 5. Mapa de recorrido Javeriana




Figura M- 6. Mapa de recorrido Autónoma



## ANEXO N


### ENCUESTA APLICADA A LOS USUARIOS TIGO



# Encuesta Calidad

## Tigo - Unicauca

Esta encuesta busca analizar la calidad del servicio de voz de TIGO que perciben los usuarios.



---

1. Escriba su número de teléfono móvil

2. ¿En que horario (s) habla más por celular?  
Por favor, marque todas las q correspondan:

<input type="checkbox"/> 6:00 am – 10:00 am	<input type="checkbox"/> 10:00 am – 1:00 pm
<input type="checkbox"/> 1:00 pm – 4:00 pm	<input type="checkbox"/> 4:00 pm – 7:00 pm
<input type="checkbox"/> 7:00 pm – 10:00 pm	<input type="checkbox"/> 10:00 pm – 1:00 am
<input type="checkbox"/> 1:00 am – 6:00 am	

3. En ese horario, ¿en donde se encuentra generalmente?  
Por favor elija ÚNICAMENTE una de los siguientes

Fuera de un edificio o construcción (la calle, carretera, campo, etc.)  
Lugar: \_\_\_\_\_

Dentro de un edificio o construcción (lugar cerrado como casa, oficina, almacén, etc.)  
Dirección: \_\_\_\_\_

**Responda las preguntas 4, 5 y 6 de acuerdo a este enunciado.  
CUANDO USTED QUIERE HACER UNA LLAMADA.**

4. ¿La llamada se establece normalmente? Por favor elija ÚNICAMENTE una de los siguientes

<input type="checkbox"/> Siempre
<input type="checkbox"/> Casi siempre
<input type="checkbox"/> A veces
<input type="checkbox"/> Nunca
<input type="checkbox"/> No se ha percatado

5. ¿La llamada se cae antes de timbrar? Por favor elija ÚNICAMENTE una de los siguientes

<input type="checkbox"/> Siempre
<input type="checkbox"/> Casi siempre
<input type="checkbox"/> A veces
<input type="checkbox"/> Nunca
<input type="checkbox"/> No se ha percatado

6. ¿Tiene que intentar varias veces para que salga la llamada? Por favor elija ÚNICAMENTE una de los siguientes

<input type="checkbox"/> Siempre
<input type="checkbox"/> Casi siempre
<input type="checkbox"/> A veces
<input type="checkbox"/> Nunca
<input type="checkbox"/> No se ha percatado

**Responda las preguntas 7, 8 y 9 de acuerdo a este enunciado.  
CUANDO USTED ESTÁ EN MOVIMIENTO (VEHÍCULO, CAMINANDO)  
Y HABLANDO POR CELULAR.**

7. ¿La llamada transcurre normalmente?  
Por favor, elija ÚNICAMENTE una en cada caso.

<b>Vehículo</b>	<b>Caminando</b>
<input type="checkbox"/> Siempre	<input type="checkbox"/> Siempre
<input type="checkbox"/> Casi Siempre	<input type="checkbox"/> Casi Siempre
<input type="checkbox"/> A veces	<input type="checkbox"/> A veces
<input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
<input type="checkbox"/> No se ha percatado	<input type="checkbox"/> No se ha percatado

8. ¿La comunicación se pierda por momentos. (Se entrecorta)?  
Por favor, elija ÚNICAMENTE una en cada caso

<b>Vehículo</b>	<b>Caminando</b>
<input type="checkbox"/> Siempre	<input type="checkbox"/> Siempre
<input type="checkbox"/> Casi Siempre	<input type="checkbox"/> Casi Siempre
<input type="checkbox"/> A veces	<input type="checkbox"/> A veces
<input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
<input type="checkbox"/> No se ha percatado	<input type="checkbox"/> No se ha percatado

9. ¿La llamada se cae mientras está hablando?  
Por favor, elija ÚNICAMENTE una en cada caso

<b>Vehículo</b>	<b>Quieto</b>	<b>Caminando</b>
<input type="checkbox"/> Siempre	<input type="checkbox"/> Siempre	<input type="checkbox"/> Siempre
<input type="checkbox"/> Casi Siempre	<input type="checkbox"/> Casi Siempre	<input type="checkbox"/> Casi Siempre
<input type="checkbox"/> A veces	<input type="checkbox"/> A veces	<input type="checkbox"/> A veces
<input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
<input type="checkbox"/> No se ha percatado	<input type="checkbox"/> No se ha percatado	<input type="checkbox"/> No se ha percatado

10. ¿Como calificaría la calidad del servicio de voz de TIGO?

<input type="checkbox"/> Excelente
<input type="checkbox"/> Muy buena
<input type="checkbox"/> Buena
<input type="checkbox"/> Aceptable
<input type="checkbox"/> Mala

**¡Gracias por completar este cuestionario!**

Figura N- 1. Encuesta aplicada



## ANEXO O

### RESULTADO DE ENCUESTAS

PREG_7_vehiculo	Cantidad (vr)	PREG_7_caminando	Cantidad (vr)	PREG_8_vehiculo	Cantidad (vr)	PREG_8_caminando	Cantidad (vr)
Siempre	66	Siempre	67	Siempre	1	Siempre	0
Casi Siempre	11	Casi Siempre	16	Casi Siempre	6	Casi Siempre	5
A veces	16	A veces	9	A veces	33	A veces	33
Nunca	2	Nunca	3	Nunca	56	Nunca	61
No se ha percatado	5	No se ha percatado	5	No se ha percatado	4	No se ha percatado	1
PREG_9_vehiculo	Cantidad	PREG_9_caminando	Cantidad	PREG_9_Quieto	Cantidad	MARCA MOVIL	Cantidad
Siempre	0	Siempre	1	Siempre	0	Nokia	43
Casi Siempre	1	Casi Siempre	1	Casi Siempre	2	Samsung	9
A veces	25	A veces	23	A veces	23	Motorola	16
Nunca	72	Nunca	75	Nunca	75	Sony Eric	12
No se ha percatado	2	No se ha percatado	0	No se ha percatado	0	LG	3

*Tabla O- 1. Resultados San Nicolás*

PREG_7_vehiculo	Cantidad (vr)	PREG_7_caminando	Cantidad (vr)	PREG_8_vehiculo	Cantidad (vr)	PREG_8_caminando	Cantidad (vr)
Siempre	42	Siempre	78	Siempre	5	Siempre	3
Casi Siempre	18	Casi Siempre	10	Casi Siempre	3	Casi Siempre	0
A veces	24	A veces	1	A veces	47	A veces	11
Nunca	2	Nunca	5	Nunca	31	Nunca	79
No se ha percatado	10	No se ha percatado	2	No se ha percatado	10	No se ha percatado	3
PREG_9_vehiculo	Cantidad (vr)	PREG_9_caminando	Cantidad (vr)	PREG_9_Quieto	Cantidad (vr)	MARCA MOVIL	Cantidad (vr)
Siempre	2	Siempre	0	Siempre	0	Nokia	44
Casi Siempre	3	Casi Siempre	0	Casi Siempre	1	Samsung	9
A veces	32	A veces	5	A veces	8	Motorola	17
Nunca	48	Nunca	91	Nunca	87	Sony Eric	11
No se ha percatado	11	No se ha percatado	0	No se ha percatado	0	LG	2

*Tabla O- 2. Resultado Plaza Caicedo*



PREG_4	Cantidad (vr)	PREG_5	Cantidad (vr)	PREG_6	Cantidad (vr)
Siempre	92	Siempre	0	Siempre	0
Casi Siempre	8	Casi Siempre	0	Casi Siempre	0
A veces	0	A veces	16	A veces	22
Nunca	0	Nunca	82	Nunca	78
No se ha percatado	0	No se ha percatado	2	No se ha percatado	0
PREG_8_vehiculo	Cantidad (vr)	PREG_8_caminando	Cantidad (vr)	MARCA MOVIL	Cantidad (vr)
Siempre	0	Siempre	0	Nokia	38
Casi Siempre	2	Casi Siempre	2	Samsung	16
A veces	36	A veces	6	Motorola	26
Nunca	60	Nunca	92	Sony Eric	6
No se ha percatado	2	No se ha percatado	0	LG	12

*Tabla O- 3. Resultados Javeriana*

PREG_4	Cantidad (vr)	PREG_5	Cantidad (vr)	PREG_6	Cantidad (vr)
Siempre	99	Siempre	0	Siempre	0
Casi Siempre	1	Casi Siempre	0	Casi Siempre	1
A veces	0	A veces	6	A veces	6
Nunca	0	Nunca	94	Nunca	93
No se ha percatado	0	No se ha percatado	0	No se ha percatado	0
PREG_8_vehiculo	Cantidad (vr)	PREG_8_caminando	Cantidad (vr)	MARCA MOVIL	Cantidad (vr)
Siempre	0	Siempre	0	Nokia	85
Casi Siempre	0	Casi Siempre	0	Samsung	0
A veces	6	A veces	3	Motorola	1
Nunca	94	Nunca	97	Sony Eric	0
No se ha percatado	0	No se ha percatado	0	LG	0

*Tabla O- 4. Resultados Autónoma*



PREG_4	Cantidad (vr)	PREG_5	Cantidad (vr)	PREG_6	Cantidad (vr)
Siempre	89	Siempre	3	Siempre	0
Casi Siempre	7	Casi Siempre	0	Casi Siempre	3
A veces	3	A veces	12	A veces	14
Nunca	0	Nunca	84	Nunca	82
No se ha percatado	0	No se ha percatado	0	No se ha percatado	0
<b>MARCA MOVIL</b>	<b>Cantidad (vr)</b>				
Nokia	27				
Samsung	22				
Motorola	14				
Sony Eric	8				
LG	4				

*Tabla O- 5. Resultados la 14 Limonar*

PREG_4	Cantidad (vr)	PREG_5	Cantidad (vr)	PREG_6	Cantidad (vr)
Siempre	97	Siempre	0	Siempre	0
Casi Siempre	3	Casi Siempre	0	Casi Siempre	0
A veces	0	A veces	4	A veces	2
Nunca	0	Nunca	96	Nunca	98
No se ha percatado	0	No se ha percatado	0	No se ha percatado	0
<b>MARCA MOVIL</b>	<b>Cantidad (vr)</b>				
Nokia	44				
Samsung	11				
Motorola	18				
Sony Eric	7				
LG	4				

*Tabla O- 6. Resultados San Fernando*





## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura A- 1. Estructuras jerárquicas de celdas .....	3
Figura A- 2. Móviles rápidos .....	4
Figura B- 1. Modelo de administración de QoS y QoE .....	5
Figura F- 1. Canales de control y de tráfico de GSM .....	12
Figura H- 1. Diagrama de relación entre FER y RXQUAL (Tomada de texto SBS Counters de Siemens) .....	18
Figura I- 1. Comparación de sitios alarmados para TDHDropRate .....	20
Figura I- 2. Comparación de sitios alarmados para SDCCHDropRate .....	21
Figura I- 3. Comparación de los sitios alarmados para Handover .....	22
Figura J- 1. Comportamiento de tráfico San Nicolás .....	23
Figura J- 2. Comportamiento de SDCCHDropRate San Nicolás .....	24
Figura J- 3. Comportamiento de tráfico Parque Caicedo .....	25
Figura J- 4. Comportamiento de SDCCHDropRate Parque Caicedo .....	26
Figura J- 5. Comportamiento de tráfico La 14 Limonar .....	27
Figura J- 6. Comportamiento de Handover La 14 Limonar .....	28
Figura J- 7. Comportamiento de tráfico San Fernando .....	29
Figura J- 8. Comportamiento de Handover San Fernando .....	30
Figura J- 9. Comportamiento de tráfico Javeriana .....	31
Figura J- 10. Comportamiento de TCHDropRate Javeriana .....	32
Figura J- 11. Comportamiento de tráfico Autónoma .....	33
Figura J- 12. Comportamiento TCHDropRate Autónoma .....	34
Figura K- 1. Mapa de propagación La 14 Limonar .....	35
Figura K- 2. Mapa de Propagación San Nicolás .....	35
Figura K- 3. Mapa de Propagación San Fernando .....	36
Figura K- 4. Mapa de Propagación Parque Caicedo .....	36
Figura K- 5. Mapa Propagación Javeriana .....	37
Figura K- 6. Mapa de Propagación Autónoma .....	37
Figura L- 1. Mapa mejor servidor Parque Caicedo .....	38
Figura L- 2. Mapa mejor servidor San Nicolás .....	38
Figura L- 3. Mapa mejor servidor La 14 limonar .....	39
Figura L- 4. Mapa mejor servidor San Fernando .....	39
Figura L- 5. Mapa mejor servidor Javeriana .....	40
Figura M- 1. Mapa de recorrido San Nicolás .....	41
Figura M- 2. Mapa de recorrido La 14 limonar .....	41
Figura M- 3. Mapa de recorrido Plaza Caicedo .....	42
Figura M- 4. Mapa de recorrido San Fernando .....	42
Figura M- 5. Mapa de recorrido Javeriana .....	43
Figura M- 6. Mapa de recorrido Autónoma .....	43
Figura N- 1. Encuesta aplicada .....	44



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla D- 1. Grupos de KPIs (Tomado del manual de Siemens) .....	10
Tabla E- 1. Grupos de contadores (Tomado del manual de Siemens) .....	11
Tabla O- 1. Resultados San Nicolás .....	45
Tabla O- 2. Resultado Plaza Caicedo .....	45
Tabla O- 3. Resultados Javeriana .....	46
Tabla O- 4. Resultados Autónoma .....	46
Tabla O- 5. Resultados la 14 Limonar .....	47
Tabla O- 6. Resultados San Fernando .....	47



## REFERENCIAS

- [1]. **Dushyanth, BALASUBRAMANIAN.** "*QoS in Cellular Networks*". 2006. [Consultado: Octubre 2007].
- [2]. **Hernán., RAMÍREZ Tomás y MUÑOZ.** "*Entendiendo GSM*". 2008. [Consultado: Enero 2008].
- [3]. **LAIHO Jaana, WACKER Achim Y NOVOSAD Tomas.** "*Radio Network Planning and Optimisation for UMTS*". 2006. [Consultado: Septiembre 2007].
- [4]. **R, MISHAP Ajay.** "*Advanced cellular network planning and optimisation 2g/2.5g/3g. Evolution to 4G*". 2007. [Consultado: Marzo 2008].
- [5]. **David, SOLDANI, Li, MAN y Cuny, RENAUD.** "*QoS and QoE manngement in UMTS cellular systems*". 2006. [Consultado: Octubre 2007].
- [6]. **Margherita, PAGANI.** "*Motivations and barriers to the adoption of 3G mobile multimedia services: End user perspective in the Italian market*". 2004. [Consultado: Junio 2008].
- [7]. **Laku, KWON Stella y CHIDAM baram.** "*A test of the technology acceptance model*". *IEEE*. 2000. [Consultado: Junio 2008].
- [8]. **Gunnar, HEINE.** "*GSM Network:s Protocols, Terminology and Implementation*". 1998. [Consultado: Octubre 2007].
- [9]. **PATH.** "*Diseño de radio frecuencia de redes GSM*". [Consultado: Noviembre 2007].
- [10]. **ETSI (ETS 300 557).** "*Digital cellular telecommunications system (Phase 2); Mobile radio interface; Layer 3 specification*". 1999. [Consultado: Febrero 2008].