



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TITULACIÓN POR TRABAJO PROFESIONAL

“INTEGRACIÓN DE UN SITIO CELULAR GSM”

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

P R E S E N T A

DAVID CAMPOS PÉREZ



DIRECTOR DE TESIS: **Dr. Miguel Moctezuma Flores**

MÉXICO, D.F.

Marzo, 2008

Agradecimientos

Quiero agradecer al Dr. Miguel Moctezuma Flores por su apoyo y orientación para la realización de este trabajo.

A mi Honorable Facultad de Ingeniería y por supuesto, a la máxima casa de estudios; La Universidad Nacional Autónoma de México.

A los miembros del Jurado, por sus comentarios y tiempo dedicado a la revisión de este trabajo profesional.

A las empresas que me dieron la oportunidad de demostrar mis conocimientos y aplicarlos para alcanzar la experiencia profesional plasmada en este documento.

A mi familia, que gracias a todo su apoyo estoy culminando esta meta.

Y a Nadia, que sin ella este paso estaría un poco más distante.

*Para mi Madre, porque siempre confiaste en mí.
Y a ti Abuelita, ¡Gracias por todo!*

Índice.

	<u>Página</u>
Agradecimientos.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Índice de tablas y figuras.....	v
CAPITULO 1 Introducción.....	7
1.1 Objetivo.....	7
1.2 Antecedentes del tema.....	7
1.3 Definición del problema ó contexto de la participación profesional.....	14
1.4 Estructura de la Tesis.....	15
CAPITULO 2 Preparación; Análisis y metodología empleada.....	17
2.1 Revisión del Anteproyecto del sitio celular GSM a integrar.....	17
2.1.1 Datos Generales.....	17
2.1.2 Objetivos del Anteproyecto.....	19
2.1.2.1 Objetivos por Tráfico.....	20
2.1.2.2 Objetivos por Calidad.....	20
2.1.2.3 Objetivos por Cobertura.....	20
2.1.3 Cobertura Proyectada.....	21
2.1.3.1 Objetivos de cobertura por sector.....	22
2.2 Revisión de las herramientas para la integración del sitio.....	24
2.3 Análisis técnico y geográfico de la zona donde se localiza el sitio.....	28
2.4 Accesibilidad al sitio.....	29
2.5 Recursos para la integración del sitio.....	30
CAPITULO 3 Integración.....	31
3.1 La importancia de la “Auditoria del Sitio”.....	31
3.2 Integración del sitio celular GSM.....	32
3.2.1 Preparación del equipo.....	32
3.2.2 Plan de recorrido.....	33
3.2.3 Recopilación de Datos.....	36
3.2.3.1 BCCH.....	38
3.2.3.2 RXLEV.....	40
3.2.3.3 RXQUAL.....	42
3.2.3.4 C/I.....	44
3.3 Registro de los hallazgos en la integración.....	46
3.4 Entrega de reportes de la integración.....	47
CAPITULO 4 Recomendaciones.....	52
CAPITULO 5 Participación profesional.....	54
CAPITULO 6 Conclusiones.....	55
Bibliografía.....	56
Sitios Web.....	57
Glosario de términos.....	58

Índice de Tablas y Figuras

Página

Tecnología	1995	1998	2000	2002	2004
1G	1000	1000	1000	1000	1000
2G	0	0	0	0	0
3G	0	0	0	0	0
4G	0	0	0	0	0
5G	0	0	0	0	0

Tabla 1. Bandas y Tecnologías de la 1er Generación de telefonía celular móvil..... 8

Vertiente	Descripción	Impacto
1	Comunicaciones de voz	Alta
2	Comunicaciones de datos	Baja
3	Comunicaciones multimedia	Alta

Tabla 2. Las tres principales vertientes en la telefonía móvil..... 12

SECTOR	OBJETIVOS DE COBERTURA
1	Al. Universidad Al. C. 1000 1000 1000 Al. Calles y C. 1000
2	Al. Universidad Al. C. 1000 1000 Al. C. 1000 1000 Al. C. 1000 1000
3	Al. Calles y C. 1000 Al. C. 1000 Al. C. 1000 Al. C. 1000 Al. C. 1000

Tabla 3. Objetivos de cobertura por sector del nuevo sitio celular GSM..... 23

Evento	Descripción	Impacto
1	Evento de llamada	Alta
2	Evento de texto	Baja
3	Evento de multimedia	Alta

Tabla 4. Eventos de llamada medidos en el móvil 1(MS1) del Reporte de Integración del sitio MUCURAPO_850..... 49

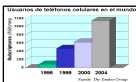


Figura 1. Las tres principales vertientes en la telefonía móvil..... 13

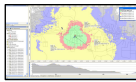


Figura 2. Cobertura Proyectada del Sitio GSM “San Juan3_850” de una red GSM de 850MHz..... 22



Figura 3. Ejemplo de un nuevo sitio celular GSM con 3 sectores..... 23



Figura 4. Computadora portátil tipo “Tablet PC” o “Pen table” 24



Figura 5. “TEMS Investigation” 25



Figura 6. Equipos móviles utilizados en el proceso de la integración..... 26



Figura 7. Equipos GPS’ utilizados en el proceso de la integración..... 26



Figura 8. Tipo de Escáner utilizado en el proceso de la integración..... 27



Figura 9. Aditamentos utilizados en el proceso de la integración..... 27



Figura 10. Herramienta de representación gráfica “MAPINFO” 28



Figura 11. Representación gráfica de la conexión de un equipo para la integración..... 32



Figura 12. Primera Parte de un Recorrido “Rectangular” 34



Figura 13. Segunda Parte de un Recorrido “Rectangular” 35



Figura 14. Recorrido de Integración del sitio MUCURAPO_850 (BCCH)..... 38



Figura 15. Recorrido de Integración del sitio MUCURAPO_850 (RXLEV)..... 40



Figura 16. Recorrido de Integración del sitio MUCURAPO_850 (RXQUAL)..... 42



Figura 17. Recorrido de Integración del sitio MUCURAPO_850 (C/I)..... 44



Figura 18. Reporte de Integración del sitio MUCURAPO_850 (1 de 3)..... 48



Figura 19. Reporte de Integración del sitio MUCURAPO_850 (2 de 3)..... 48



Figura 20. Reporte de Integración del sitio MUCURAPO_850 (3 de 3)..... 49

CAPITULO 1 Introducción

1.1 Objetivo

Integrar nuevos sitios celulares GSM en un sistema celular GSM operativo con el fin de proporcionar mayor capacidad de tráfico de usuarios a la red, cobertura e incremento en los niveles de señal para brindar al cliente un mejor servicio de comunicación celular GSM.

1.2 Antecedentes del tema

Hace más de tres décadas, la industria de la computación entró a una nueva era; *Los microprocesadores*. Gracias a su corto tamaño, su bajo consumo de potencia y a su gran desempeño, lograron reducir y optimizar a gran escala bastantes tareas en la industria, el comercio y por supuesto en las comunicaciones, pues eran capaces de realizar cualquier tipo de tarea, por complicada que ésta fuera.

La tecnología de circuitos integrados a grande escala logró reducir enormemente el tamaño de los tras-receptores móviles, haciendo posible que éstos pudieran caber en un automóvil.

Todos estos avances en los microprocesadores ayudaron a desarrollar sistemas de telefonía móvil más avanzados permitiendo el consumo masivo, al reducir el costo y tamaño de los teléfonos celulares, como los conocemos hoy día.

En enero de 1979, la FCC (Federal Communications Commission) de Estados Unidos autorizó a la Compañía AT&T conducir el desarrollo de un sistema celular en el área de Chicago. Subsecuentemente AT&T liberó el sistema celular conocido como AMPS (Advanced Mobile Phone System). Por otro lado, la compañía ARTS (American Radio Telephone Service, Inc.) fue autorizada para operar un sistema celular en el área de Washington, D.C. y Baltimore. Estos sistemas mostraron la capacidad y la factibilidad de los sistemas de telefonía celular. Finalmente en octubre de 1983 se pone en operación el primer sistema comercial dentro de los Estados Unidos en la ciudad de Chicago.

La asignación de la banda de 800 MHz. La decisión de la FCC para escoger la banda de 800 MHz para los sistemas celulares fue debido a limitaciones severas de espectro en las bandas de más baja frecuencia ocupadas por otros servicios como la televisión, radio en frecuencia modulada (FM), radiocomunicación móvil, entre otros. En 1974 la FCC asignó 40 MHz de espectro para el servicio de telefonía móvil para un concesionario único por región de servicio. En 1980, la FCC reconsideró la estrategia de mercado único y estudio la posibilidad de dividir el espectro de 40 MHz en dos portadoras por área de servicio. La idea era eliminar la posibilidad de un monopolio y proporcionar las ventajas que acompañan a un ambiente de competencia. Entonces, estos 40 MHz se repartirían entre dos concesionarios, tocándole a cada uno un espectro de 20 MHz identificados como bloque A y bloque B o mejor conocidos como banda A y banda B. El 24 de julio de 1986 se adicionaron 5 MHz a cada banda, correspondiéndole a cada concesionario un ancho de banda total de 25 MHz. Como a cada canal tiene asignado 30

KHz, en total suman 832 canales por banda [Tabla 1]. Como se asignan 42 canales para señalización y control, el número de canales para voz se reduce a 790.

El 19 de abril de 1989 la interfase de aire para este sistema fue estandarizada por organismos estadounidenses como la ANSI (American National Standards Institute), la EIA (Electronic Industry Association) y la TIA (Telecommunication Industry Association), quienes definieron el estándar "Especificación de compatibilidad estación tierra - estación móvil" ANSI/EIA/TIA-553-1989 para el sistema AMPS extendido o EAMPS, el cual se convirtió en el estándar americano y la base para los sistemas analógicos de telefonía celular europeos.

Debido a la saturación de la banda del servicio celular analógico en 800 MHz, se han abierto otros intervalos de frecuencias para aplicaciones móviles de manera digital. La banda conocida como PCS (Personal Communication Services) se encuentra en el intervalo de 1850-1910/1930-1990 MHz. Otras bandas en 2.1 GHz y 2.5 GHz también son consideradas para aplicaciones inalámbricas futuras. Paralelamente en otros países también se empiezan a desarrollar sistemas de telefonía inalámbrica. En Japón, por ejemplo, la NTT (Nippon Telegraph and Telephone Corp.) desarrolló un sistema de telefonía móvil similar al AMPS en la banda de los 800-900 MHz. El japonés fue el primer sistema celular comercial en el mundo al introducirse en 1979 en el área de Tokio. Este sistema permitía un total de 600 canales de 25 KHz.

En Inglaterra en junio de 1982 el gobierno anunció un sistema celular conocido como TACS (Total Access Communications System) el cual tenía un número total de 1000 canales (600 asignados y 400 reservados) con un ancho de banda de 25 KHz por canal. Cellnet y Vodafone son los dos competidores con el sistema TACS en el Reino Unido.

En los países escandinavos (Dinamarca, Noruega, Suecia y Finlandia) en cooperación con Arabia Saudita y España, fue desarrollado un sistema conocido como NMT (Nordic Mobile Telephone). Este sistema celular opera en la banda de 450 MHz (base 463-467.5, móvil 543-457.5) con un ancho de banda total de 10 MHz con canales de 25 KHz. Este sistema no tiene transferencia de celda (hand-off) ni capacidades de roaming. Utiliza repetidores para incrementar la cobertura en áreas de bajo tráfico.

Estos sistemas forman parte de la primera generación de la telefonía celular; AMPS, TACS, NMT y NTT, como se muestra en la siguiente tabla:

Parámetros	AMPS	TACS	NMT	NTT
Frecuencia Tx (MHz)				
Base	870-890	935-960	463.5-467.5	870-885
Móvil	825-845	890-915	453-457.5	925-940
Espacio entre frecuencias Tx/Rx (MHz)	45	45	10	55
Espacio entre canales (KHz)	30	25	25	25
Número de canales	882	1000	180	600
Cobertura radio base (Km.)	2-25	2-20	1.8-40	5-10
Velocidad de transmisión (Kbps)	10	8	1.2	0.3

Tabla 1. Bandas y Tecnologías de la 1er Generación de telefonía celular móvil

En 1990, el sistema celular en Estados Unidos agregó una nueva característica; *convirtió el tráfico de voz en digital*. Esto triplicó la capacidad con el muestreo, digitalización y multicanalización de las conversaciones. Para 1991, el servicio celular digital comenzó a emerger reduciendo el costo de las comunicaciones inalámbricas y mejorando la capacidad de manejar llamadas de los sistemas celulares analógicos.

Con esto, surge el Sistema *GSM (Global System for Mobile Communications)* conocido primero como "Grupo Especial Móvil" y después como "Sistema Global para Comunicaciones Móviles". Lo más destacado de este nuevo sistema fue que unificó los sistemas europeos.

Desde 1993 los sistemas se estaban desbordando de usuarios en Estados Unidos, estos crecieron de medio millón en 1989 a más de trece millones en 1993. En 1994, Qualcomm, Inc. propuso un escenario de espectro esparcido para incrementar la capacidad. Construido en conocimientos anteriores, el CDMA (Code Division Multiple Access) o Acceso Múltiple por División de Código, sería en todos sus elementos digital, además de que prometía de 10 a 20 veces mayor capacidad. En estos días más de la mitad de los teléfonos en el mundo operaban de acuerdo a los estándares de AMPS, y en su inicio más humilde nadie pensó que sería el que conviviría con TDMA o CDMA para obtener sistemas duales con tecnología analógica y digital.

El 14 de enero de 1997, la FCC abrió un nuevo grupo de frecuencias inalámbricas que permitiría el desarrollo de las tecnologías GSM y CDMA: la banda de 1900.

En México, no es sino hasta 1984 cuando la primera empresa de servicios celulares obtiene la concesión para explotar la red de servicio radiotelefónico móvil en el área metropolitana de la Ciudad de México, en aquel entonces, bajo la denominación de "Radiomóvil Dipsa S.A. de C.V." (Telcel) operando en las bandas de 450-470 y 470-512 MHz. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes convocó la introducción de la telefonía celular en nuestro país en las nueve diferentes regiones en que fue dividido.

En 1984 también, nace Iusacell, y gracias a su rápido movimiento en el medio, se convierte en la primera compañía de telefonía celular en ofrecer el servicio en la Ciudad de México. En ese mismo año pero en segundo término, Telcel ofrece sus servicios celulares en la ciudad de Tijuana, Baja California.

A partir de 1990 Telcel y Iusacell (los únicos proveedores de servicio de telefonía celular de ese tiempo) expanden su cobertura a todo el Distrito Federal y zona metropolitana y comienzan a ganar terreno al interior del País.

Actualmente, Telcel posee la gran mayoría de usuarios en todo México (39 millones), convirtiéndose así en la empresa puntero en este campo. También, es subsidiaria de América Móvil, uno de los mayores proveedores de comunicaciones celulares de Latinoamérica.

GSM pertenece a la segunda generación de telefonía celular, pero revisemos brevemente las diferentes generaciones hasta el momento así como sus aplicaciones.

LAS GENERACIONES DE LA TELEFONÍA INALÁMBRICA

La primera generación [1G]

La 1G de la telefonía móvil hizo su aparición en 1979, se caracterizó por ser analógica y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces de voz era muy baja, baja velocidad [2400 baudios], la transferencia entre celdas era muy imprecisa, tenían baja capacidad y estaban basadas en FDMA [Frequency Division Multiple Access] y la seguridad no existía. La tecnología predominante de esta generación es AMPS.

La segunda generación [2G]

La 2G arribó hasta 1990 y a diferencia de la primera se caracterizó por ser digital. El sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y son los sistemas de telefonía celular usados en la actualidad. Las tecnologías predominantes son: GSM, IS-136 (conocido también como TIA/EIA-136 o ANSI-136) y CDMA y PDC (Personal Digital Communications), éste último utilizado en Japón.

Los protocolos empleados en los sistemas 2G soportan velocidades de información más altas para voz pero limitados en comunicaciones de datos. Se pueden ofrecer servicios auxiliares tales como datos, fax y SMS [Short Message Service]. La mayoría de los protocolos de 2G ofrecen diferentes niveles de encriptación. En los Estados Unidos y otros países se le conoce a 2G como PCS.

La generación 2.5G

Muchos de los proveedores de servicios de telecomunicaciones (carriers/portadoras) se moverán a las redes 2.5G antes de entrar masivamente a 3G. La tecnología 2.5G es más rápida y más económica para actualizar a 3G.

La generación 2.5G ofrece características extendidas para ofrecer capacidades adicionales que los sistemas 2G tales como GPRS (General Packet Radio System), HSCSD (High Speed Circuit Switched Data), EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution), IS-136B, IS-95B, entre otros. Los carriers europeos y de Estados Unidos ya se están moviendo a 3G. Japón realizó y sigue realizando el paso directo de 2G a 3G.

La tercera generación [3G]

La 3G es tipificada por la convergencia de la voz y datos con acceso inalámbrico a Internet, aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos. Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan más altas velocidades de información enfocados para aplicaciones mas allá de la voz tales como audio (MP3), video en movimiento, video conferencia y acceso rápido a Internet, sólo por nombrar algunos. Las redes 3G ya están en el mercado desde el año pasado en Estados Unidos, Japón, Europa y parte de Asia, se espera que ya para este año estén trabajando también en América latina.

Los sistemas 3G alcanzan velocidades de hasta 384 Kbps permitiendo una movilidad total a usuarios viajando a 120 kilómetros por hora en ambientes exteriores y alcanza una velocidad máxima de 2 Mbps permitiendo una movilidad limitada a usuarios caminando a menos de 10 kilómetros por hora en ambientes estacionarios de corto alcance o en interiores. Entre las tecnologías contendientes de la tercera generación se encuentran UMTS (Universal Mobile Telephone Service), cdma2000, IMT-2000, ARIB [3GPP], UWC-136, entre otras.

El impulso de los estándares de la 3G está siendo apoyado por la ITU (International Telecommunications Union) y a este esfuerzo se le conoce como IMT-2000 (International Mobile Telephone).

La cuarta generación [4G]

La cuarta generación es un proyecto a largo plazo que será 50 veces más rápida en velocidad que la tercera generación. Se planean hacer pruebas de esta tecnología y se espera que se empiecen a comercializar la mayoría de los servicios después del 2010.

ESTATUS DE LA TELEFONÍA MÓVIL (Hasta el año 2004)

Existen tres tecnologías de telefonía celular predominantes en el mundo: IS-136, IS-95 y GSM.

IS-136 (Interim Standard 136) fue la primer tecnología digital de telefonía celular (D-AMPS, versión la versión digital de AMPS) desarrollada en Estados Unidos, IS-136 esta basada en TDMA (Time Division Multiple Access), una técnica de acceso múltiple la cual divide los canales de radio en tres ranuras de tiempo, cada usuario recibe en una ranura diferente. Este método permite a tres usuarios en cada canal de radio comunicarse sin interferirse uno con el otro. D-AMPS (IS-54) es utilizado principalmente en Norteamérica, Latinoamérica, Australia, partes de Rusia y Asia.

Por otro lado, CDMA, tecnología desarrollada por Qualcomm, utiliza la tecnología de espectro disperso en la cual muchos usuarios comparten simultáneamente el mismo canal pero cada uno con diferente código. Lo anterior permite una mayor capacidad en usuarios por celda. A CDMA de segunda generación se le conoce como cdmaOne. Hasta diciembre del 2000 había más de 27 millones de usuarios en más de 35 países alrededor del mundo utilizando cdmaOne.

GSM es la tecnología celular más madura desarrollada en Europa y operando alrededor del mundo, con más de 400 millones de usuarios en mas de 100 países. GSM es un servicio de voz y datos basado en conmutación de circuitos de alta velocidad la cual combina hasta 4 ranuras de tiempo en cada canal de radio.

A continuación se especifican en la "Tabla 2" los diferentes servicios ofrecidos por cada una de estas tres tecnologías:

Tecnología	Servicio	Capacidad de datos	Inicio de operación
GSM	Datos conmutados por circuitos basados en el estándar GSM 07.07	9.6 Kbps a 14.4 Kbps	Disponible actualmente a nivel mundial
	HSCSD	28.8 a 56 Kbps	Disponible actualmente, operación limitada.
	GPRS	IP y comunicaciones X.25 en el orden de Kbps	Disponible actualmente a nivel mundial
	EDGE	Comunicaciones IP a 384 Kbps. Posible compatibilidad con las redes IS-136	Disponible actualmente a nivel mundial
	W-CDMA	Similar a EDGE pero son posibles velocidades a 2 Mbps en interiores.	Lanzamiento inicial en el 2004
IS-136	Datos conmutados por circuitos basados en el estándar IS-135	9.6 Kbps	Algunos carriers ofrecen el servicio, pero no se ha extendido como se esperaba debido a que los principales carriers ya ofrecían CDPD (Cellular Digital Packet Data)
	EDGE	Comunicaciones IP a 384 Kbps. Posible compatibilidad con las redes GSM	Disponible actualmente a nivel mundial
	WCDMA (o Wideband TDMA, WTDMA)	Similar a EDGE pero incorpora velocidades a 2 Mbps en interiores	Probable lanzamiento inicial en el 2004
CDMA	Datos conmutados por circuitos basados en el estándar IS-707	9.6 Kbps a 14.4 Kbps	Disponible actualmente por algunos carriers
	IS-95B	Comunicaciones IP a 64 Kbps	Lanzado en el mercado japonés a principios del 2000
	CDMA2000 – 1XRTT	Comunicaciones IP a 144 Kbps	Periodo de pruebas en el 2001, lanzamiento del servicio en el 2002
	CDMA2000 – 3XRTT	Comunicaciones IP a 384 Kbps en exteriores y 2 Mbps en interiores	Lanzamiento inicial en el 2002

Tabla 2. Las tres principales vertientes en la telefonía móvil

EL FUTURO DE LA TELEFONÍA MÓVIL

Lo que sigue en este momento es esperar a que los carriers (como “Telcel”) ofrezcan los servicios de 3G. Por ejemplo, en Japón ya están operando con las tecnologías de 3G. El servicio con más éxito es i-mode de NTT DoCoMo que utiliza una red basada en paquetes conocida como PDC-P, aunque es una tecnología propietaria tiene actualmente más de 17 millones de subscriptores. NTT DoCoMo también piensa incursionar con W-CDMA y sus contendientes en ese país para servicios 3G son DDI y J-Phone. En Estados Unidos, compañías como Qualcomm y Sprint PCS ya empezaron con 3G.

La batalla por las licencias de 3G de UMTS es otro asunto de gran importancia y varias son las compañías involucradas en obtener las valiosas licencias de telefonía móvil de tercera generación, tales como: Telecom Italia (Italia); Vodafone, Orange y BT Cellnet (Inglaterra); T-Mobile (Alemania), France Telecom (Francia); KPN Telecom (Holanda), NTTDoCoMo (Japón), etc. Las compañías que dominan mercados pequeños deberán aliarse con los grupos grandes.

A parte de las cantidades enormes de dinero que cuestan las licencias, hay que tomar en cuenta que las redes telefónicas de estos carriers son redes grandes y complejas, por lo que les tomará tiempo y grandes inversiones de capital para implementar la tecnología. Pero muchas de las ventajas de esas redes son que varias de ellas ya están ofreciendo servicios de datos, y prevalecerán aquellas empresas de telecomunicaciones que tengan la mayor experiencia en tecnologías inalámbricas y tomen ventaja de ello para las nuevas redes del futuro.

En relación en predicciones en cuanto a usuarios móviles, The Yankee Group anticipó que en el 2004 habría más de 1150 Millones de usuarios móviles en el mundo, comparados con los 700 millones que hubo en el 2000 (Figura 1). Por otra parte Ericsson predijo que habría 1000 millones de usuarios en el 2002. Dichas cifras nos anticiparon un gran número de capital involucrado en la telefonía inalámbrica, lo que con más razón las compañías fabricantes de tecnología, así como los proveedores de servicios de telecomunicaciones están dispuestos a invertir su capital en 3G.

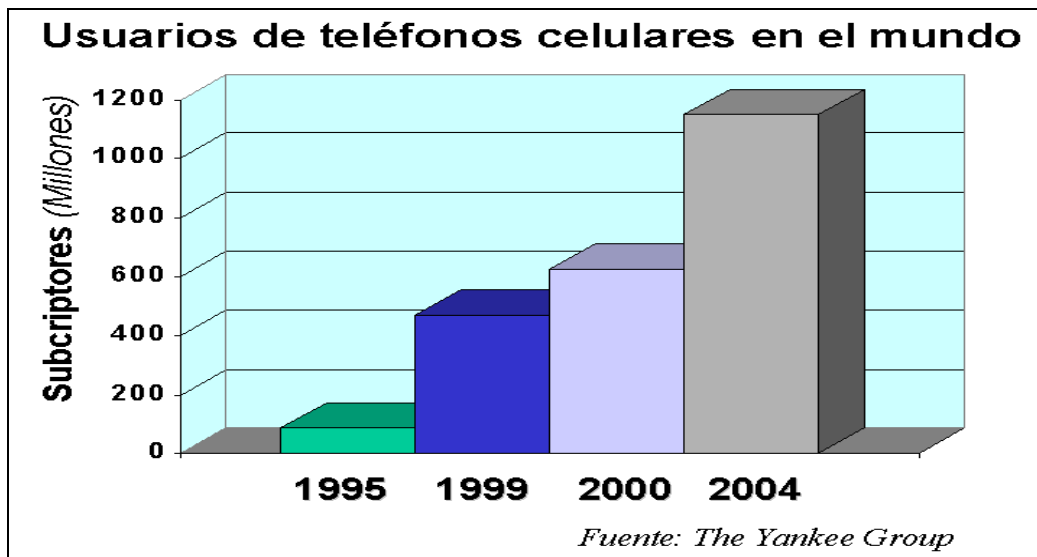


Figura 1. Las tres principales vertientes en la telefonía móvil

Independientemente de cual tecnología celular predomine, lo único que le interesa al usuario final es la calidad de voz, del servicio, que no se bloqueen ni se caigan las llamadas y que en realidad se ofrezcan las velocidades prometidas en la transmisión/recepción de datos. El tiempo y las fuerzas del mercado nos darán la razón.

1.3 Definición del problema ó contexto de la participación profesional

Actualmente se tienen varios concesionarios de servicios de telefonía celular, en México, el mas popular hasta le momento es el servicio de telefonía celular GSM. Para brindar un buen servicio de comunicación celular es necesario contar con una *excelente infraestructura* en la red celular que proporcione la calidad necesaria en el servicio, con el fin de atender y ganar el mayor número de suscriptores.

El número limitado de canales de tráfico para proveer una adecuada calidad de voz y un buen servicio de transferencia de datos con un gran desempeño a un número de usuarios “ilimitado” se ha convertido en todo un reto para los concesionarios de telefonía celular, no solo GSM sino de cualquier otro sistema.

La navegación por Internet, envío de mensajes cortos y el acceso al correo electrónico a través de un teléfono celular, son algunos de los servicios de valor agregado más solicitados que las compañías de telecomunicaciones en el ramo ofrecen para poder ser más competitivas, fomentando nuevas “necesidades” a los usuarios y nuevos retos tecnológicos.

El futuro de las comunicaciones móviles se basa en proveer una gran variedad de servicios, principalmente en la transmisión de datos, que van desde la voz de alta calidad, el envío de mensajes multimedia con fotografías o archivos de audio, hasta el video en tiempo real, y para esto se necesitan altas tasas de transmisión en los canales inalámbricos de tráfico.

Para lograrlo, necesitamos cada vez más canales disponibles en la red que nos proporcionen ese ancho de banda necesario para cursar todo este tráfico requerido. Los usuarios van creciendo de forma exponencial, los que antes tenían solo un teléfono inalámbrico, ahora, no solo se mueven con ese teléfono, sino también con un teléfono con radiolocalizador y con una PDA (Personal Digital Assistant) o una computadora portátil con conexión inalámbrica, lo que requiere de cada vez de mayor transferencia de datos a ese solo usuario, y si incrementamos eso exponencialmente, pues nos enfrentamos con una necesidad común que requiere grandes exigencias de capacidad en la red.

Estamos frente a la mayor demanda del mercado de las comunicaciones inalámbricas que halla existido jamás, y para poder cubrirla necesitamos ofrecerles a los usuarios una red confortable, completa y substanciosa, que les de el servicio que ellos necesitan, ese servicio que los haga permanecer con su proveedor actual.

Actualmente, todas las compañías de servicios celulares alrededor del Mundo están creciendo a pasos agigantados, para poder asegurarles a sus usuarios capacidad y calidad. Y México no es la excepción, las que empezaron en los 90's con unas cuantas radio bases para cubrir el Valle de México, ahora tiene cientos, y aun así, apenas y se dan abasto.

Aunado a todo esto, están los “huecos” de cobertura en la red, la falta de buenos niveles de señal para poder realizar llamadas o evitar las llamadas caídas o evitar las distorsiones, ecos o espacios mudos durante las llamadas provocados por la mala calidad, la interferencia debida a la falta de buenos servidores de señal en esos puntos determinados, el repentina pausa en la transferencia de datos, o en el peor de los casos, la perdida de la información al momento de enviarla o recibirla y tener que empezar de

nuevo con la transferencia, en fin, el malestar del cliente al momento de percibir un mal servicio celular.

Para evitarlo, se necesitan diversos estudios de radiofrecuencia, una planeación adecuada para cada zona a cubrir, análisis del tipo de suelo, zona, si es rural, urbana, campo abierto, etc., en fin, la morfología y topografía del lugar, si es de intenso movimiento (como lo es la ciudad de México, sobre todo en y su área metropolitana), por lo que el diseño resulta crucial para brindar el servicio celular adecuado y que la percepción final del usuario sea satisfactoria y gratificante.

El objetivo es incluir nuevos sitios en nuestra red celular GSM con el fin de hacerlos operacionales con los ya existentes. Integrar el número necesario para la expansión, dependiendo de la zona que se requiera cubrir y preparar la red para un futuro en el que, con el crecimiento de usuarios y la implementación de nuevas tecnologías, se pueda planear de nuevo la ingeniería para incluir estratégicamente sitios y sistemas para seguir conservando y actualizando a nuestros clientes, conformando siempre una cobertura de calidad.

La Integración de un sitio Celular GSM, nos mostrara el procedimiento para integrar un nuevo sitio a una red operativa y madura GSM, (después de haber pasado por la etapa de Diseño y Planificación) con el fin de brindar a esta red mayor capacidad de canales de tráfico, ya sea para voz o datos, que le permita enviar y recibir toda la información que sus clientes necesitan.

De igual manera, la Integración de un sitio Celular GSM, nos ayudará a solventar problemas de cobertura o de niveles de señal en aquellos puntos específicos donde tenemos esos huecos de cobertura o donde se necesitan reforzar los niveles de señal GSM en nuestra red, interactuando con los sitios actualmente instalados para presentar al usuario una transparencia en el servicio, para que el solo perciba mejoras, con el fin de mantenerlo contento con su actual servicio celular GSM.

1.4 Estructura de la Tesis

Después de haber dado un recorrido por la historia y del futuro de las telecomunicaciones pasemos al siguiente capítulo, donde podemos ver el procedimiento para la integración de un sitio celular, en el cual se describe el anteproyecto, que consiste en tener los datos generales del sitio celular GSM, como son el nombre, código o identificador, la fecha en la que se elaboro el diseño, las coordenadas, nombres de la gerencia y departamento, el tipo de ante proyecto, especificando de que tipo de radiobase se trata (Radiobase Micro, Repetidor etc.), la configuración requerida, tipo de estructura, tipo de cable a utilizar, etc., Y una vez reunidos todos estos puntos, podremos proceder con la clasificación del anteproyecto, dentro de los 3 objetivos principales que son *tráfico, calidad y cobertura*.

Antes de salir al campo a realizar la integración del sitio celular GSM, se deben revisar las herramientas y equipo necesario para dicho proceso, con el fin de evitar retrasos, así como también; un análisis técnico y geográfico de la zona donde se localiza el sitio, la accesibilidad, la ubicación exacta del inmueble, viáticos y los recursos necesarios para poder realizar la actividad.

Completados los puntos anteriores, pasemos a la Integración del sitio formalmente, tomando en cuenta que, uno de los pasos importantes dentro de este proceso, es la *Auditoria* del sitio, que consiste en la revisión física de lo que está instalado en campo, para poder determinar si la integración procede o no procede (esto dependerá de la función del ingeniero encargado de la integración, *solo* si aplica), siendo así que *La Integración de un sitio celular GSM* consiste en preparar el equipo, planear el recorrido, recopilar los datos, registrar lo encontrado durante la integración y entregar el reporte de la integración dando los pormenores de la misma.

Cabe apuntar aquí que las recomendaciones y conclusiones que doy son en base a *mi experiencia profesional* en esta área hasta el momento, como lo pueden ver en mi participación profesional.

Del mismo modo incluyo mis conclusiones de este trabajo de tesis que he realizado.

CAPITULO 2 Preparación; Análisis y metodología empleada

2.1 Revisión del Anteproyecto del sitio celular GSM a integrar

Una vez terminado el Diseño y la Planeación del nuevo sitio celular GSM a Integrar, se deben revisar los parámetros de ingeniería a verificar en el proceso de la integración.

Dentro de la Gerencia de Ingeniería de Radiofrecuencia de cualquier empresa de servicios de telefonía celular o consultoría celular, el Departamento de Planeación/Diseño de Radiofrecuencia (o similar), entregará a el área de Ingeniería de Integración (o similar) la documentación con la información completa del sitio a integrar, en este trabajo, compilaremos toda esa información en un documento al que llamaremos “Anteproyecto”, el cual contendrá los datos de Ingeniería de cada sitio GSM nuevo.

Para esto, el área de Instalaciones de Ingeniería junto con las áreas de ingeniería Civil, de operación y mantenimiento, de enlaces de microondas y de la encargada de subir los datos a la Central Celular de la empresa o de la(s) empresa(s) contratada(s) para estos servicios, deberán dar aviso Oficial de que el sitio en cuestión está listo para ser integrado. Esto quiere decir que no queda pendiente ningún proceso de instalación, de enlace de radio o de carga de datos en la central correspondiente al sitio, que puedan impedir la integración del mismo.

Concluido este proceso, iniciaremos entonces con la revisión del Anteproyecto de Ingeniería del sitio celular GSM a integrar. Cada empresa lo podrá constituir como mejor convenga a sus intereses. En este trabajo se presentara de forma general, dividido en las siguientes partes para un mejor análisis y para poder aplicarse a cualquier caso;

- Datos Generales
- Objetivos de cobertura

2.1.1 Datos Generales

Los datos generales del Anteproyecto deben contener toda la información relacionada al sitio celular GSM;

Nombre del Sitio: Nombre con el cual se le identificará dentro de la red celular, este nombre debe de ser único e irrepitable, para evitar confusiones con los sitios ya existentes.

Código del sitio/Identificador: Adicionalmente al nombre, se sugiere que se asigne un código que identifique fácilmente la red, sistema, Región, zona/País, grupo de celdas específicas, etc. que nos ayude a trabajar eficientemente con la norma de asignación de códigos/identificadores ya establecida.

Fecha en la que se elaboró el diseño: Fecha en la que se elabora el Anteproyecto del sitio GSM.

Ciudad/Estado/País: Localidad geográfica a la que pertenece el Sitio.

Dirección: Dirección completa y detallada del nuevo sitio a integrarse. Puede contener referencias como comercios, parques, avenidas etc. etc.

Coordenadas del sitio: Deben registrarse las coordenadas geográficas y/o magnéticas, según convenga, del sitio GSM. Se debe especificar un sistema de coordenadas a utilizar, con el cual calibraremos las herramientas, tanto las de sintonización/predicción o visualización geográfica, como la utilizada en campo (GPS).

Nombre de la Gerencia: Se debe anotar el nombre del área responsable de solicitar y validar el Anteproyecto localmente.

Nombre del Departamento: Área directamente responsable de la elaboración de la información de diseño del Anteproyecto.

Número asignado para el sistema SAP (Si aplica): Número consecutivo para identificar el Anteproyecto dentro del sistema SAP (Sólo si se aplica este sistema en la empresa en cuestión).

Tipo de Anteproyecto: Especificar si se trata de Radiobase (RBS), Radiobase Micro (MC), Proyecto de Expansión, Repetidor o Sitio Móvil (Temporal). *En este trabajo nos enfocaremos exclusivamente a la integración de una Radiobase (RBS).*

Central: Central celular a la que se va a conectar el nuevo Sitio. Para el caso de repetidores, en éste rubro se debe indicar la celda donadora que se debe utilizar. *En este trabajo nos enfocaremos exclusivamente a la integración de una Radiobase (RBS).*

Celda donadora: Posible celda a donde se conectará (solo en caso de repetidor). *En este trabajo nos enfocaremos exclusivamente a la integración de una Radiobase (RBS).*

Configuración actual: Se debe especificar detalladamente cuál es la configuración instalada actualmente en el sitio operando al que se le aplicará la expansión. *En este trabajo nos enfocaremos exclusivamente a la integración de una Radiobase (RBS).*

Configuración requerida en la expansión: Esta es la configuración del equipo a la que se llegará y la cuál debe ser instalada en el sitio GSM. *En este trabajo nos enfocaremos exclusivamente a la integración de una Radiobase (RBS).*

Radios a operar por sector: Número de radios por sector equivalentes al número de canales requeridos según el análisis de tráfico y de datos; se especifican los radios que se destinarán para voz y los que serán para datos.

Configuración por sector: Se debe configurar por cada sector la **altura** en metros (si es posible para una estandarización), el **azimut** en grados magnéticos y/o geográficos,

según convenga, la **inclinación** y el **tipo** de la(s) **antena(s)**. Si son dos o más antenas por sector, debe especificarse también la separación entre ellas. Todos estos datos nos servirán al momento de configurar los Sitios en la Herramienta de Propagación.

Tipo de estructura: Se especifica el tipo de estructura a utilizar en la instalación del sitio. Principalmente se ocupan monopolos y torres, sin embargo en la instalación de sitios celulares, actualmente se ocupa toda clase de estructuras, edificios, espectaculares, etc., pues muchas veces no se pueden instalar estos monopolos o torres y se debe de ingeniar algo con lo ya instalado. Un dato que nunca debe faltar es la altura de la estructura.

Tipo de Cable de alimentación de antenas (Feeders): Se especifica el calibre y la longitud del cable de alimentación de las antenas, así como los tipos de jumper usados en los dos extremos del feeder, el que se conecta al equipo y el que se conecta a la antena. De igual forma, se detalla el número de cables por antenas y, por ende, el número de cables por sector. *Este dato de instalación, además de las antenas, número de radios, configuración por sector y tipo de estructura debe de especificarse en los datos generales del anteproyecto debido a que son puntos estratégicos para una revisión eficaz al momento de que se realiza la Auditoría del sitio (proceso anterior a la integración) y posteriormente en los resultados obtenidos durante el proceso de integración de cada sitio celular GSM.*

Tipo de Estación Base Transceptora (Base Transceiver Station [BTS]): Se especifica la marca y tipo o modelo de BTS a instalar con el fin de constatar al momento de la auditoría e integración. De igual forma se debe de señalar el lugar a instalarse, si será fuera o dentro de algún contenedor, al aire libre o dentro de alguna estructura específica (Central telefónica, Predios comerciales, hoteles, etc.), con el fin de que el ingeniero encargado de la auditoría del sitio tenga presente esta información al momento de sacar los permisos necesarios para su acceso.

Tipo de combinador (Si aplica): Se especifica el número y tipo de combinadores por sector. Este dato es opcional y no todas las operadoras lo detallan, depende mucho de la marca del equipo y el proceso que sigan los instaladores de esta marca, pues en la mayoría de los casos, con el número de radios instalados se puede determinar el número de combinadores sin necesidad de especificarlos. Sin embargo, si el cliente lo tiene establecido dentro de su proceso, será necesario revisarlo para confirmar que todos los datos de la instalación en el anteproyecto corresponden a los definidos por diseño.

2.1.2 Objetivos del Anteproyecto

Los objetivos del Anteproyecto deberán ser definidos en la Gerencia de Ingeniería de Radiofrecuencia (Departamento de Planeación/Diseño de Radiofrecuencia) en conjunto con las diversas Áreas Corporativas de la Dirección General (o áreas similares a estos fines) con el firme propósito de incluir toda la información que permita complementar una base de datos de validación, seguimiento y control de Anteproyectos, con el fin de cubrir los intereses que a la empresa, cliente y/o prestadores del servicio convengan.

Se deben especificar de manera clara y consistente los objetivos principales a cubrir del nuevo sitio celular GSM; Colonias, unidades habitacionales, avenidas

principales, ejes viales, zonas muy transitadas como el centro de la ciudad, lugares de esparcimientos como estadios, escuelas, parques, deportivos, centros comerciales y de negocios, lugares turísticos, restaurantes, bares, teatros, cines, mercados, hospitales y centros del sector salud, instituciones gubernamentales, embajadas, y en parte rural, nuevas poblaciones, carreteras, playas, etc.

Estos objetivos generales pueden estar clasificados principalmente dentro de las siguientes categorías:

- TRAFICO
- CALIDAD
- COBERTURA

2.1.2.1 Objetivos por Tráfico. Se clasifica bajo esta categoría cuando el nuevo sitio celular GSM ayudará a eliminar un problema de congestión en la red, para soportar la capacidad del incremento del tráfico cursado por los usuarios, el cuál, ya no es posible resolver mediante expansiones de Radios en uno o más sitios GSM operando en dicha zona.

2.1.2.2 Objetivos por Calidad. Cuando el objetivo es mejorar una zona con problemas de bajos niveles de señal e interferencia por accesos múltiples y que no puede ser mejorado mediante cambios en los sectores de los sitios vecinos por las condiciones de topografía y morfología de la zona, o bien para la definición de un *mejor servidor* ⁽¹⁾ en alguna zona, se aplica esta categoría.

Nota: Se deben de contar con antecedentes fehacientes de la mala calidad de señal de la zona con mediciones hechas anteriormente con “*Drive test*” ⁽²⁾ para soportar la necesidad del nuevo sitio por esta categoría.

2.1.2.3 Objetivos por Cobertura. Se clasifican en esta categoría cuando el nuevo sitio GSM a integrar cubrirá algún(os) hueco(s) de falta de servicio celular, se refiere exclusivamente a Anteproyectos que van a permitir aumentar la mancha de cobertura actual, principalmente en zonas rurales, poblaciones, tramos carreteros o alguna parte de la(s) ciudad(es) en donde la señal es baja debido a la topografía y morfología de la zona.

⁽¹⁾ *Mejor Servidor:* Celda servidora de una zona o lugar en particular, donde solo ésta tiene el mayor nivel de señal y las condiciones óptimas para brindar el mejor servicio a los usuarios de telefonía celular.

⁽²⁾ *Drive test:* En Radiofrecuencia, en telefonía celular, es la actividad relacionada con la *Recopilación de los datos de señal* medida y grabada con el equipo de medición necesario para dicho sistema. Se utiliza un automóvil en los recorridos, de ahí el nombre de “*Drive test*”.

2.1.3 Cobertura Proyectada

El Departamento de Planeación/Diseño de Radiofrecuencia (o similar) generará las predicciones de las coberturas esperadas de los nuevos sitios GSM con los datos de planeación y diseño correspondientes cargados en la herramienta de predicción, la cuál deberá contar con la base de datos actualizada de la topografía y morfología de la zona en cuestión y de igual forma deberá estar calibrada y sensibilizada para generar la predicción lo más cercano posible a la realidad. Las predicciones se incluyen en este apartado del anteproyecto para cada nuevo sitio GSM.

La cobertura proyectada debe mostrar que los objetivos planteados para este nuevo sitio se cumplen de manera óptima o lo más aproximado posible. Se debe visualizar la posición geográfica del anteproyecto, los sitios vecinos, la morfología y topografía de la zona, las calles o avenidas principales, edificios, centros comerciales, etc. de forma que la mancha de cobertura cubra los objetivos planteados por sector para el nuevo sitio celular.

El formato de presentación deberá contener también el nombre del Anteproyecto y el mapa utilizado deberá tener la referencia geográfica (norte) y la escala utilizada correspondiente.

En la teoría, la cobertura deberá de abarcar las 2/3 partes de la distancia con las radiobases más cercanas (en caso de zonas urbanas en donde se tienen bastantes sitios al rededor), de manera que cuando se haga un análisis de mejor servidor en la zona, no existan traslapes del 100% de la cobertura en dos o más sectores. Esto conlleva a realizar una análisis de ajuste de coberturas de las radiobases operando ya en el sistema, para que se pueda integrar de manera óptima al nuevo Anteproyecto (Esta es una tarea de optimización que requiere un trabajo interactivo que involucra a las áreas de calidad de servicio y de Optimización de RF de la empresa (o similares), el cuál no detallaremos en este trabajo).

En los Anteproyectos rurales no es necesario que se muestren las radiobases vecinas, ya que en muchos casos se tiene una gran distancia entre ellas a menos de que vayan a compartir trafico, sin embargo, si se tiene que ver de manera nítida los poblados y carreteras que esta cubra, tomando en cuenta la topografía del lugar cuando se hace la cobertura.

En cada cobertura se deberán mostrar los niveles de señal en dBm's con los que se esta cubriendo en cada caso. Un ejemplo a utilizar puede ser:

$$\begin{aligned} 0.0 \text{ dBm} &\geq x > -60.0 \text{ dBm} \\ -60.0 \text{ dBm} &\geq x > -70.0 \text{ dBm} \\ -70.0 \text{ dBm} &\geq x > -80.0 \text{ dBm} \\ -80.0 \text{ dBm} &\geq x > -90.0 \text{ dBm} \\ -90.0 \text{ dBm} &\geq x > -100.0 \text{ dBm} \end{aligned}$$

En donde cada rango se pintara con un color diferente, puede ser verde para el primero, rojo para el segundo, amarillo para el tercero, etc.

Veamos un ejemplo de una cobertura proyectada en la “Figura 2”:

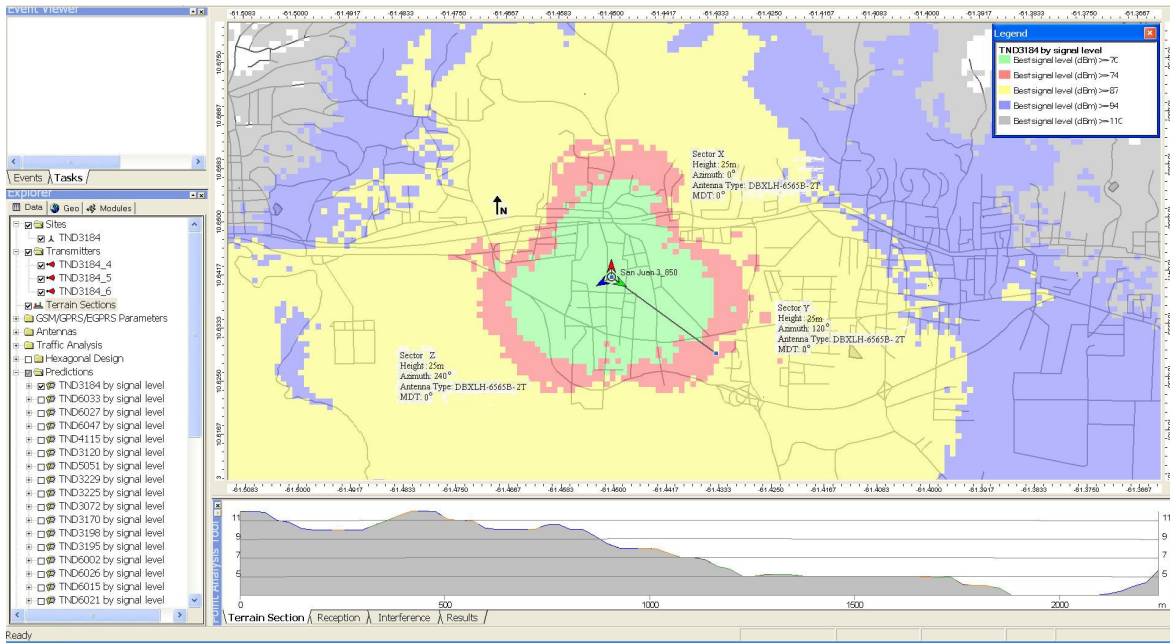


Figura 2. Cobertura Proyectada del Sitio GSM "San Juan3_850" de una red GSM de 850MHz

En este caso los niveles de señal son:

- 0.0 dBm > x ≥ -70.0 dBm
- 70.0 dBm > x ≥ -74.0 dBm
- 74.0 dBm > x ≥ -87.0 dBm
- 87.0 dBm > x ≥ -94.0 dBm
- 94.0 dBm > x ≥ -110.0 dBm

Como podemos ver en la imagen de arriba, también se muestran los datos de diseño por sector del nuevo sitio celular GSM, lo que nos puede servir también en el momento de la integración para revisar las características de diseño del Anteproyecto, como son alturas, orientaciones, tipo de antena, inclinaciones, etc.

Este es solo un ejemplo de cómo puede generarse una Cobertura Proyectada, dependiendo del formato utilizado por la empresa, la herramienta de predicción y calibración utilizada, las características de la misma y las necesidades que la red exija, será como se estandarizará un patrón a seguir para crear este reporte.

2.1.3.1 Objetivo de cobertura por sector

En este apartado indicaremos el(los) objetivo(s) físicos de cobertura para cada sector del nuevo sitio planeado, esto es, los puntos importantes a cubrir.

Ejemplo:

- A) **Sitio celular GSM con tres sectores.** Supongamos que nuestro nuevo sitio estará ubicado en México, D.F., en la Colonia del Valle, sobre la Av. Eugenia-Eje 5 Sur y casi esquina con Av. Cuauhtémoc, a una cuadra del metro Eugenia, como se muestra a continuación en la "Figura 3":



Figura 3. Ejemplo de un nuevo sitio celular GSM con 3 sectores

Entonces, nuestros objetivos de cobertura por sector se pueden asignar de la siguiente forma en la Tabla 3:

SECTOR	OBJETIVOS DE COBERTURA
1	Av. Universidad, Av. Dr. José María Vertiz, Av. Cuauhtémoc y Col. Narvarte
2	Av. Universidad, Col. Vertiz Narvarte, Av. Dr. José María Vertiz, Eje 6 Sur-Angel Urraza y cruce de estas dos últimas.
3	Av. Cuauhtémoc, Eje 5 Sur, cruce de estas dos, Col. Narvarte y Supermercado ubicado en el cruce del Eje 5 Sur y Gabriel Mancera.

Tabla 3. Objetivos de cobertura por sector del nuevo sitio celular GSM

Esto es en la teoría, faltaría revisar que la ingeniería del sitio y las condiciones morfológicas y topográficas de esta zona lo permitan.

Este mismo lineamiento se seguiría para el caso de sitios con menos sectores, micro celdas y repetidores. En el caso de repetidores, si fuera necesario se indicaría la

ubicación de la celda donadora por cuestiones de línea de vista con la misma, para evitar posibles obstáculos en la transmisión de la señal. *En este trabajo nos enfocaremos exclusivamente a la integración de una Radiobase (RBS) de 3 sectores.*

Una vez puntualizados los objetivos principales de cobertura por sector, procederemos entonces a la integración del sitio celular, pero antes, revisaremos las herramientas necesarias para dicho propósito.

2.2 Revisión de las herramientas para la integración del sitio

Primero que nada debemos de revisar con que herramientas contamos para la integración del nuevo sitio GSM, un listado básico para esta tarea puede ser:

- Computadora portátil (Laptop), “Tablet PC”⁽³⁾ o “Pen table”⁽³⁾ para mediciones de sistemas celulares (Figura 4),
- Software compatible para el equipo a utilizar en la integración del sitio (en el caso de Laptop),
- Equipos telefónicos especiales para la integración, compatibles con el software utilizado,
- Equipo de GPS compatible con el software utilizado,
- Escáner compatible con el software utilizado (Si es necesario),
- Cables, conectores, cargadores, eliminadores, convertidores/inversores de corriente directa a corriente alterna, concentradores de conexión y cualquier dispositivo necesario para completar las conexiones de los equipos con el software utilizado.



Figura 4. Computadora portátil tipo “Tablet PC” o “Pen table”

⁽³⁾ Computadoras portátiles con pantalla sensible al tacto sin teclado ni ratón, manejadas por un “lápiz” especial, se definen entre una computadora portátil y un PDA.

Estos son los requerimientos mínimos necesarios para la integración de un sitio celular GSM, pues con ellos sabremos exactamente como estará interactuando nuestro nuevo sitio celular en la red con sus celdas vecinas y en el ambiente al que fue elegido para trabajar.

El procedimiento más común utilizado en estos días consiste en trabajar con Laptops, pues es lo más comercial, práctico y de menor costo para este fin.

Los primeros equipos tipo “Pen table” utilizados venían equipados ya con el software de medición de sistemas celulares, pero eran muy rústicos y poco prácticos, en cambio con la implementación de computadoras portátiles, el ambiente es mas ameno y eficiente, pues se pueden realizar anotaciones en algún procesador de texto, se pueden ocupar programas paralelos de cartografía, tablas de datos en Excel o abrir documentos que nos permiten ver información o revisar que los datos que vemos en el campo corresponden a los que tenemos en nuestra base de datos, al mismo tiempo que integramos el sitio con el software de integración (Siempre y cuando las características de la computadora lo permitan).

En México, el primer software utilizado para la medición de equipo celular GSM fue de la marca Ericsson, pioneros en este ramo, pues en ese tiempo y hasta el momento sigue siendo Tecnología líder en nuestro país. Este software se llama “TEMS Investigation” (Figura 5). Actualmente se cuenta con más programas en el mercado diseñados para este fin, como lo es el de la empresa “InCode Telecom Group, Inc.” (Ahora perteneciente al grupo VeriSign, Inc., desde el 2007) de nombre “WirelessPro”.



Figura 5.
“Tems Investigation”

Así como estos ejemplos existen algunos más, la diferencia radica en las tecnologías, el numero y tipo de equipos que se pueden conectar a la vez, la forma de mostrar la información, de procesar los datos, de lectura de las mediciones durante el proceso de las integraciones, la facilidad para el manejo de la herramienta, practicidad y complejidad la estabilidad que presenta al momento de la recopilación de las muestras capturadas, etc., y de eso depende, en gran medida, el precio.

Por este motivo la empresa deberá escoger la herramienta que a sus necesidades y bolsillo convenga, pues todo el equipo utilizado para la integración de sitios es muy caro.

Los equipos telefónicos utilizados varían dependiendo de la marca y del modelo, Ericsson por ejemplo utiliza, generalmente, teléfonos celulares de su propia marca o filiales, sin embargo también trabaja mucho con equipos de marca Nokia.

Motorola también es muy utilizada, estos equipos son muy resistentes y de fácil manejo para estas pruebas y activaciones, en ocasiones tienen una mejor sensibilidad en ciertos ambientes que cualquier otra marca. Existen también equipos Siemens, LG, Qualcomm y Samsung, entre los más comerciales. Como ilustración se puede observar la “Figura 6”.



Figura 6. Equipos móviles utilizados en el proceso de la integración.

Todos ellos tienen que estar programados con el software de medición de señal celular (RxLev), de medición de calidad de voz (RxQual), Portadora sobre interferencia (Carrier to Interferente, C/I) de envío y recepción de paquetes/tramas de datos, FER, BER, decodificación de canal (BCCH, TCH) y de parámetros de las celdas celulares (BSIC, LAC, CI, MCC, MNC, MAIO, HSN, HOPCHs, etc.), envío de mensajes de eventos que le ocurren al equipo, etc. etc., para que al momento de la integración podamos decodificar toda esta información con el software de la computadora portátil o Pen table compatible con la que contemos.

El equipo GPS (Global Positioning System) a utilizar debe de ser también compatible con el software de la computadora portátil o Pen table, para que al momento de ser conectado al sistema funcione correctamente, este es el equipo clave para la integración pues sin él, no tendremos una posición geográfica a graficar al momento de la colección de las muestras.

Garmin es líder en el ramo de GPS', pues fue uno de los pioneros y actualmente son de los más prácticos y confiables, dos ejemplos se muestra en la "Figura 7".



Figura 7. Equipos GPS' utilizados en el proceso de la integración.

Los escáners utilizados varían dependiendo de las marcas, equipos y de las necesidades, pues en algunas ocasiones se puede evitar el uso de estos equipos, debido

a que algunos teléfonos celulares sirven como escáner y pueden hacer esta función sin necesidad de ocupar otro elemento.

Los más sencillos y de fácil manejo se manejan por bandas; GSM 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz y 1900MHz. Un ejemplo, de la marca PCTEL – SeeGull se encuentra en la “Figura 8”.



Figura 8. Tipo de Escáner utilizado en el proceso de la integración.

Además del escáner se necesita una antena externa, cable de datos hacia el computador y cable de alimentación, que varían dependiendo de la marca y las necesidades (longitud, calibre, etc.)

Los cables, conectores, cargadores, eliminadores, convertidores/inversores de corriente directa a corriente alterna, concentradores de conexión y cualquier dispositivo necesario para completar las conexiones de los equipos con el software utilizado dependerán de el numero de equipos y de las marcas, del software utilizado y de la capacidad de éste para la conexión del numero de equipos al mismo tiempo, 2, 3 y 4 teléfonos, uno o dos escáners, en fin, de las necesidades que la red y el bolsillo exigen tener al momento de las integraciones. Podemos ver algunos tipos y modelos en la “Figura 9”.



Figura 9. Aditamentos utilizados en el proceso de la integración.

2.3 Análisis técnico y geográfico de la zona donde se localiza el sitio

Teniendo listo el equipo para la integración, pasemos ahora al análisis, empezando por la localización física en donde se ubicara el nuevo sitio GSM. Para saber la ubicación del anteproyecto, nos apoyaremos principalmente con los *Datos Generales*, en donde encontraremos la dirección exacta así como las coordenadas del nuevo sitio.

Debemos de contar con una base de datos actualizada en donde se encuentre toda la información de la red actual a la que el nuevo sitio se integrará; lista y especificaciones técnicas de cada uno de los sitios operando actualmente, direcciones, coordenadas, datos de antenas, alturas, orientaciones, canales de control, identificadores de celdas, de sector, etc. etc., con datos *fieles* a lo instalado en campo. Esta base de datos debe ser generada por el Departamento de Planeación/Diseño de Radiofrecuencia (o similar), y es su responsabilidad también el mantenerla *actualizada* y entregarla a el Área de Ingeniería de Integración (o similar) en la que nos encontremos laborando para que la tengamos lista al momento de iniciar el proceso de la integración de nuevos sitios a la red.

Con esta base de datos procederemos a ubicar el nuevo sitio en la herramienta de representación gráfica y/o planeación que para este fin esta dedicada, insertando las coordenadas de los *Datos Generales*.

Existen diversas herramientas que nos pueden ayudar para esto, MAPINFO PROFESSIONAL ⁽⁴⁾ es una de las más populares y de fácil manejo, veamos una representación en la “Figura 10”.

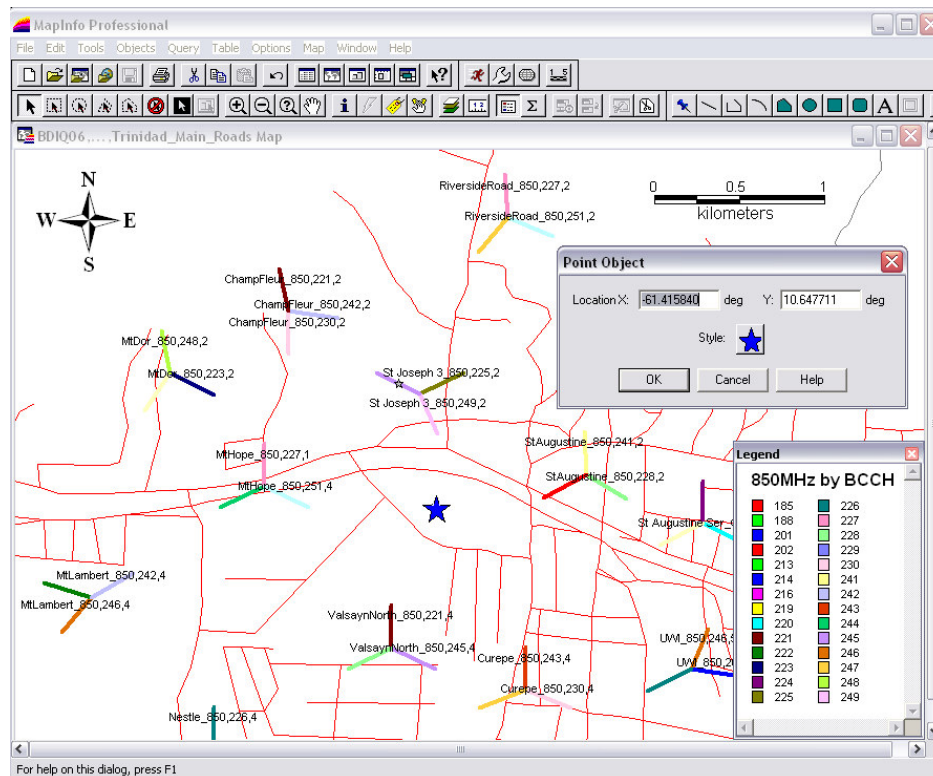


Figura 10. Herramienta de representación gráfica "MAPINFO".

⁽⁴⁾ Programa de representación grafica. El software *MapInfo Professional* es una de las herramientas más utilizadas en todo el mundo como un completo paquete de cartografía para computador personal y portátil, fundamentalmente por su versatilidad y accesibilidad.

Tomemos como ejemplo, la Estrella Azul de la figura anterior, de coordenadas: [Latitud: 10.647711, Longitud: -61.415840], los trazos de color Rojo representan las calles y avenidas de la zona, la base de datos de una red GSM de 850MHz se encuentra cargada en la herramienta, en donde los sitios operando actualmente tienen 3 sectores, los cuáles están formados por vectores de colores, la nomenclatura de cada color representa los canales de control de cada sector. De igual forma se muestran la Orientación Geográfica y la escala utilizada en ese mapa.

Ya ubicado en el mapa el punto a localizar para el nuevo sitio GSM, encontremos la ruta óptima para llegar a él, esto dependerá en cada caso de la localización del sitio, pues en este caso es una zona urbana con avenidas y calles bien identificadas que facilitan la llegada al lugar. Pero en muchos otros casos los sitios llegan a estar en zonas rurales de difícil acceso, entre montañas o cerros, donde muchas veces las carreteras son sin pavimento y se requieren de vehículos todo terreno.

Sea cuál fuere el caso es recomendable tener siempre a mano mapas de ciudad, rurales, carreteros, planos y cartas topográficas (de ser posible), que nos ayuden a crear una imagen exacta de donde se encuentra el sitio.

Lo mas recomendable es preguntarle a las personas que conocen o han ido ya al lugar, en este caso nos apoyamos de los departamentos vecinos de ingeniería en la empresa, como es el Departamento de Construcción y/u Obra Civil (o similar), del Departamento de Instalación (o similar), Departamento de Enlaces de Microondas (o similar), etc. Los que fueron previamente a trabajar en el sitio nuevo que entrará a operar, el mas cercano a nosotros por lo general es el de Instalaciones (o similar), pues es el que hace el levantamiento del sitio físicamente y da la “bandera verde” de que el sitio esta listo para integrarse a la red.

2.4 Accesibilidad al sitio (Si aplica)

Nota: Este apartado puede no ser parte de la Integración del sitio celular GSM, debido a que como su nombre lo dice puede solo implicar el proceso de la integración, es decir el recorrido de la recopilación de datos, depende de la empresa prestadora del servicio y de los convenios pactados con el cliente.

Una vez ubicado y conociendo la forma de llegada al nuevo sitio GSM revisaremos que el acceso esté libre de obstáculos. Generalmente, solo se necesitan llaves de acceso al sitio, sin embargo, muchas veces sucede que son sitios en edificios, centros comerciales, tiendas departamentales, supermercados, instituciones gubernamentales, centros de salud, etc. etc., a los que necesitamos un “Permiso Especial”, un Memorando o estar dentro de una “Lista de Accesos Permitidos”, los cuáles deben de ser tramitados por nuestra empresa o, inclusive, por el cliente, para facilitarnos el acceso.

Es necesario llevar al menos, un equipo de seguridad para entrar a los sitios, como casco, ropa adecuada como overoles, ropa de mezclilla o tipo gabardina, pues en ocasiones pueden estar pendientes algunos trabajos de construcción, de instalación, terminar algún suministro, alguna barda o acabado en el lugar, y puede resultar riesgoso, pues en ocasiones nos se nos avisa con tiempo de las condiciones en las que se encuentra la obra.

También hay casos en los que es necesario que nos acompañen algunas escoltas de seguridad al lugar, pues resultan ser colonias, barrios o zonas rurales de alto índice de delincuencia, a los que no se pueden ingresar sin estos últimos, y deberán permanecer con nosotros hasta el momento en que abandonemos el sitio.

Algunas veces también, es necesario asegurarse de que el dueño del inmueble donde se encuentra el nuevo sitio GSM estará al momento de nuestra visita, pues puede suceder que solo él tiene las llaves o el acceso directo al sitio y ha ocurrido que al momento de la llegada no está y resulta un retraso en el desarrollo de la integración.

Para la “Lista de Accesos Permitidos” (o similar), es recomendable **asegurarse** de que la empresa ya la envió previamente al lugar en cuestión, pues sucede también que por alguna “razón” no llegaron a tiempo y no se nos permite la entrada sin ella.

Estas son las recomendaciones a seguir para una entrada exitosa y sin contratiempos al momento de la visita al nuevo “miembro de la red”.

2.5 Recursos para la integración del sitio

Los recursos se pueden listar y marcar como sigue:

- ✓ Equipo de integración de sitios celulares GSM
- ✓ Ubicación exacta del inmueble del nuevo sitio GSM
- ✓ Accesos listos al sitio
- ✓ Conductor designado para la actividad *
- ✓ Auto designado para la actividad *
- ✓ Viáticos para la actividad *

** Estos recursos pueden ser proporcionados por la empresa o por el cliente según este estipulado en el contrato y a conveniencia de las partes involucradas.*

Ocasionalmente se utilizan viáticos debido a que los nuevos sitios están fuera de la zona conurbana y requieren de algún transporte extra (barco o avión), hospedaje y comidas. Todo esto debe de preverse al momento de iniciar el proceso de integración, si necesita llenarse algún formato de solicitud de viáticos o pedir algún adelanto de dinero en efectivo o de depósito a cuenta para el viaje, etc.

Esta **no es una actividad** correspondiente a el área de ingeniería, sin embargo la practica nos ha enseñado que si queremos evitar cualquier dolor de cabeza, contratiempo, etc. es mejor preverla por nosotros mismos.

Ahora sí, una vez cubiertos todos los pasos de la *Preparación* pasemos al proceso de la integración del nuevo sitio celular.

CAPITULO 3 Integración

3.1 La importancia de la “Auditoria del Sitio”

Por procedimiento es recomendable que antes de proceder a la integración, se halla realizado una “Auditoria del Sitio”, en la que encontraremos la *revisión física* de lo que está instalado en el nuevo elemento próximo a integrarse a la red.

Generalmente, la empresa encargada de las instalaciones, contrata también los servicios de técnicos o ingenieros para realizar estas Auditorias, ya sea como un servicio extra de la misma empresa o por medio de subcontratistas. El fin es entregar al cliente, un proyecto de “Llave en mano”, es decir, que entregaran el sitio instalado y auditado como se solicito por el área de Ingeniería de Instalación de la empresa (o similar).

Este proceso de auditoría dependerá básicamente por el cliente, la empresa contratada para este fin y de los procesos que ahí se manejen, pues varía dependiendo de qué servicios estén prestando y que es lo que abarca el contrato convenido.

Algunas otras empresas, manejan un proyecto de “Llave en mano” más completo, el cual incluye la instalación, auditoria, integración y puesta en operación del sitio celular a la red GSM, en donde los mismos ingenieros encargados de las Integraciones realizan estas auditorías.

Ya sea de una u otra manera, lo importante es tener la Auditoría previa al sitio para poder tener una imagen completa de lo pasara durante el proceso de la integración.

Es importante destacar que si lo instalado NO CONCUERDA con lo solicitado por el Diseño y la Planeación, se *levante una bandera*, indicando al Jefe del departamento cuales son las diferencias con la ingeniería y el impacto que puedan causar al momento de poner el sitio a radiar, como son las diferencias en orientación, alturas, inclinaciones mecánicas y/o eléctricas y tipo de antenas, diferencias en los calibres y números de feeders, o cualquier diferencia que represente un cambio significativo para el desempeño del sitio.

Esta *bandera* servirá para solicitar que realicen las modificaciones necesarias en sitio antes de integrarlo, con el fin de evitar interferencias en los sitios vecinos, coberturas pobres, extensas, o donde no deberían de cubrir, o cualquier problema no planeado al momento de poner el sitio a radiar.

En casos de emergencia, cuando los sitios urgen por algún motivo (principalmente eventos sociales como conciertos, discursos de personajes famosos, etc.) y no es posible esperar a estas modificaciones, y se integran los sitios tal y como quedaron al momento de la instalación.

Pero es de suma importancia *dejar asentado* que si existe un mal funcionamiento del sitio dependerá, en gran medida, a esas diferencias con la ingeniería planeada.

Concluimos en este apartado entonces que la “auditoria del sitio” *resulta fundamental para iniciar el proceso de Integración del sitio celular GSM*. Así que no dejemos de exigirla cada vez que estemos a punto de iniciar dicho proceso.

3.2 Integración del sitio celular GSM

Una vez reunidos los recursos, datos, herramientas y accesos necesarios para la integración del nuevo sitio GSM, procedamos.

Los procedimientos que describiré a continuación para la integración de sitios celulares están basados única y exclusivamente en mi experiencia, y se pueden aplicar en una integración básica de sitios celulares, sin embargo no son reglas a seguir, dependerán siempre de la empresa prestadora del servicio, de los procedimientos que allí se manejen o si se tiene algún proceso ya establecido para la integración. Dependerán también de los procesos que dicte el cliente en un momento dado y de la experiencia del(los) ingeniero(s) encargado(s) para realizar esta actividad.

3.2.1 Preparación del equipo

Antes de salir a integrar el sitio, debemos **asegurarnos** que el equipo para la integración este completo y funcionando perfectamente, pues en muchas ocasiones se pueden presentar retrasos debido a que el equipo está incompleto, de que algún cable o teléfono no está funcionando bien o que la computadora no tiene el software actualizado con la ultima versión compatible a dicho equipo, o , más aun, que la “licencia” para operar el software en cuestión ha caducado y no puede utilizarse más hasta renovarla, por nombrar algunos imprevistos no deseados.

Para esto debemos probarlo previamente, conectando el equipo asignado para la integración; teléfonos celulares, computadora portátil, GPS, escáneres, cables, conectores, cargadores, eliminadores y convertidores, revisar que la licencia para operar el software este vigente y funcionando correctamente, en fin, que todo el equipo designado para la integración funcione acorde e “integralmente”.

Veamos una representación grafica de la conexión del equipo para una integración de sitios celulares en la “Figura 11”.



Figura 11. Representación gráfica de la conexión de un equipo para la integración.

En la “Figura 11” se observa solo una computadora portátil tipo “Pen Table” y dos teléfonos celulares, el GPS está ya integrado a dicho equipo. En este caso *no* se conectan escáneres debido a que el modelo de móviles que se ocupan puede realizar la función de escáner.

Teniendo entonces conectado el equipo y trabajando, comencemos el viaje a nuestro destino: El nuevo sitio GSM a integrar.

3.2.2 Plan de recorrido

Para realizar la integración, es necesario hacer un “plan de recorrido”, esto es, la ruta que recorreremos durante la integración del sitio GSM; las calles que se marquen como principales dentro de los objetivos de cobertura por sector (Apartado 2.1.3.1), ejes viales, centros comerciales, del sector salud, de eventos sociales, etc., que se puedan transitar y cubrir en la integración.

Con esto tendremos una ruta definida para cada sector, debemos hacerla tan práctica como sea posible, pues con esto agilizaremos nuestro proceso de integración y podremos dar resultados mas rápidos y objetivos de la operación del sitio en la red.

Es recomendable, de ser posible, eliminar aquellos puntos de los cuales tengamos conocimiento que no es fácil tener acceso con automóvil, o que no se nos permite el paso debido a permisos especiales, o por ser instituciones gubernamentales o privadas, para que al momento de realizar el “Plan de recorrido” los descartemos y busquemos alguna ruta alterna que nos ayude a cubrir esos puntos faltantes.

Yo siempre he dicho que, el mejor “Plan de recorrido” es aquel en el que solo se pasa **una sola vez** por calle. Sin embargo, por cuestiones de estadísticas o por tratarse de avenidas principales o que presenten algún tipo de obstrucción en un sentido y en el sentido opuesto no, serán necesarios dos o más recorridos de la(s) calle(s) o avenida(s) principal(es).

Un buen método, es el de aplicar un plan de recorrido “Cuadrado o Rectangular”, esto quiere decir, tratar de adecuar el recorrido del sitio en forma cuadrangular, en el cuál, el sentido de las calles permitan transitar en forma de “zigzag” verticalmente de arriba abajo, de abajo a arriba, de izquierda a derecha y de derecha a izquierda. Empezando en la primera calle de uno de los extremos, recorriendo hasta el otro extremo y después doblamos a la siguiente calle y regresamos al extremo inicial, y así sucesivamente hasta terminar el bloque de calles que forman el cuadrado o rectángulo.

Para un mejor entendimiento, tomemos como ejemplo la “Figura 12”, ubicándonos en la Colonia El Carmen, Delegación Coyoacán en la Ciudad de México.

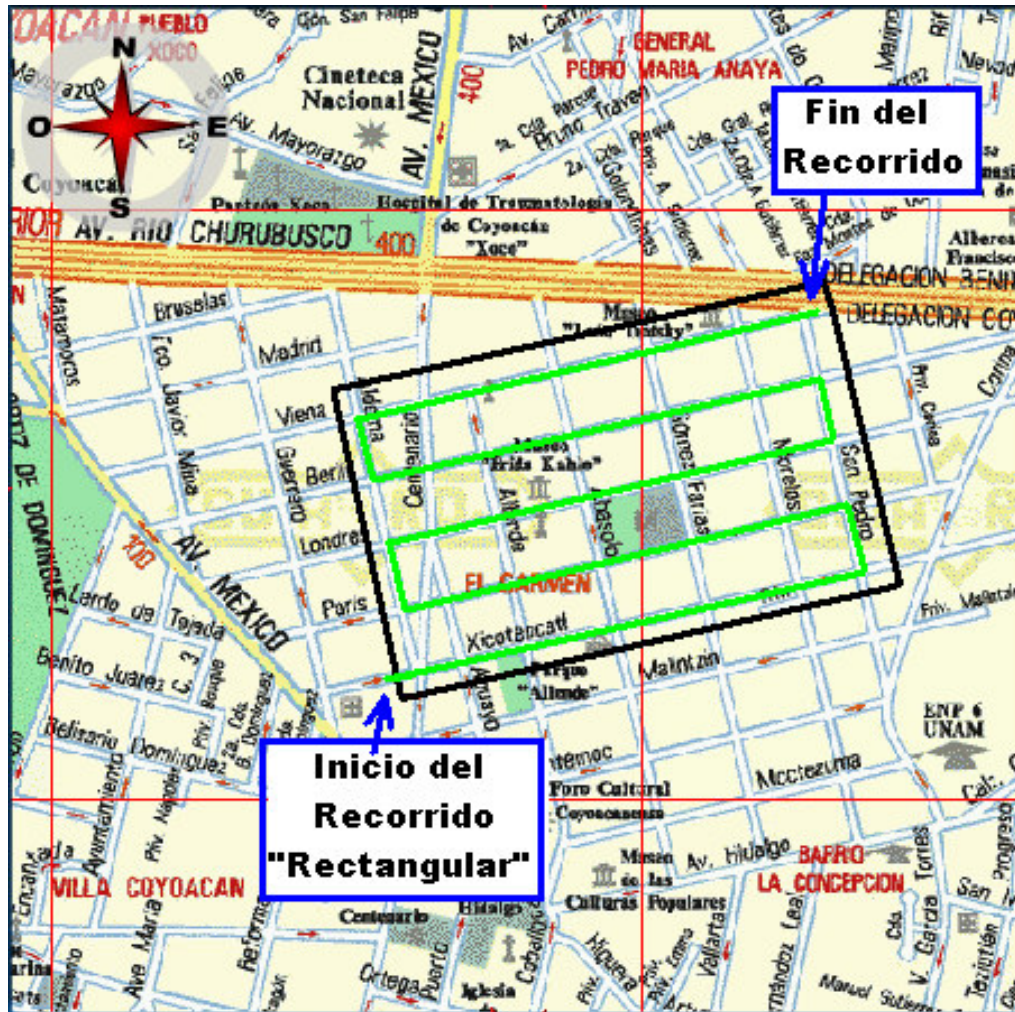


Figura 12. Primera Parte de un Recorrido "Rectangular".

El recuadro negro describe un recorrido "Rectangular", encerrando las calles de Viena, Berlín, Londres, Paris y Xicoténcatl en el plano horizontal, y las calles de Aldama, Centenario, Aguayo, Allende, Abasolo, Gómez Farías, Morelos y san Pedro en el plano vertical, de la colonia El Carmen.

Los trazos verdes indican el recorrido dentro del rectángulo, donde el inicio del recorrido se marca, en esta ocasión, en la parte inferior izquierda del rectángulo, y siguiendo la línea verde terminamos en el extremo superior derecho del mismo, formando el "zigzag" de abajo a arriba. *(Por practicidad, estoy considerando que el sentido de las calles lleva el mismo sentido de mi recorrido)*

Ahora, elaboremos de igual forma el "zigzag" de derecha a izquierda para completar el cuadrículado del recorrido, esta vez, tomando como punto de inicio del nuevo recorrido, el punto final del recorrido anterior. Veamos la "Figura 13" a continuación:

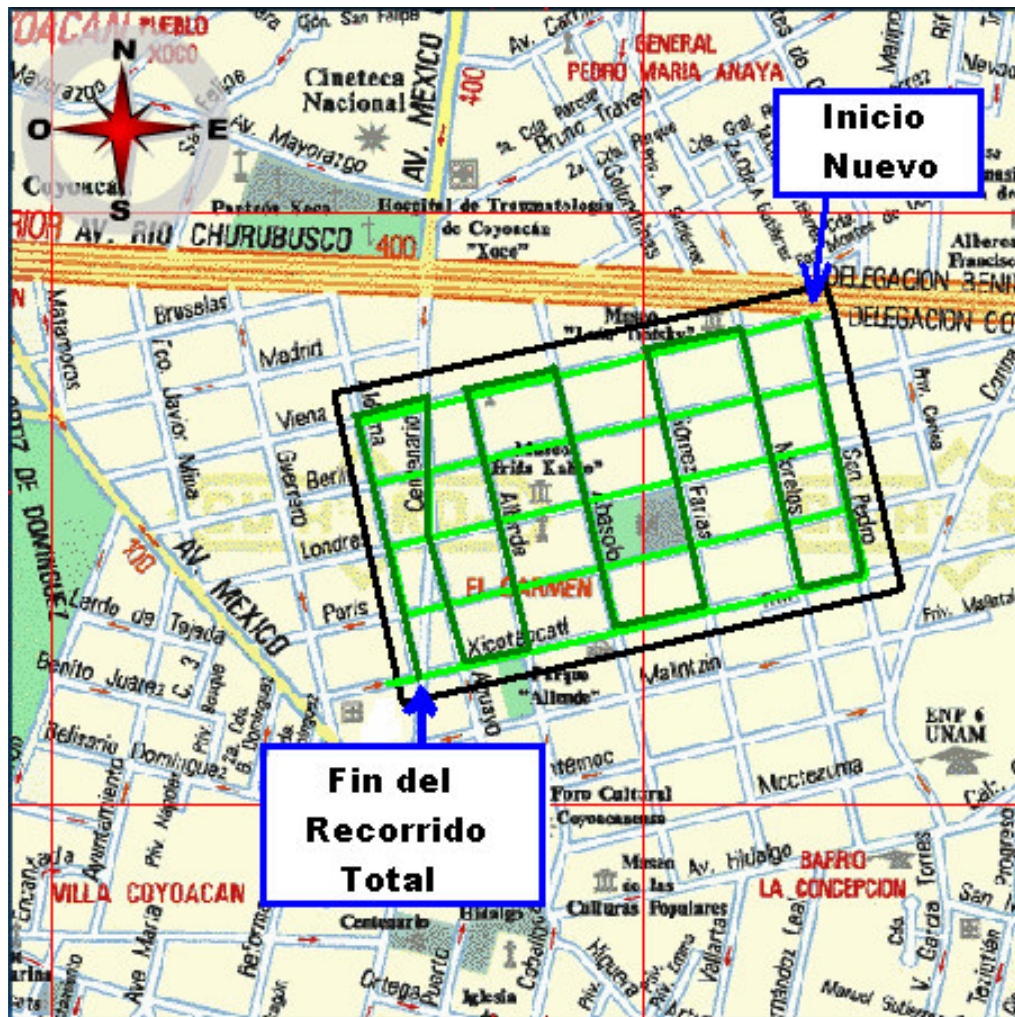


Figura 13. Segunda Parte de un Recorrido "Rectangular".

Los segundos trazos verde bandera, indican la segunda y parte final del recorrido "Rectangular", donde el inicio ahora se marca en la parte superior derecha del rectángulo, y siguiendo los nuevos trazos verticales de derecha a izquierda, terminamos en el extremo inferior izquierdo donde se inicio originalmente el recorrido. *(Por practicidad, estoy considerando que el sentido de las calles lleva el mismo sentido de mi recorrido)*

Este sería un recorrido "Ideal", pues como mencioné anteriormente, *no se repiten muchas calles*, solo 6 de 58, lo que representa un **10.35%** del total, entonces nos entrega una estadística muy buena al momento de finalizar el recorrido de la integración.

Desafortunadamente, no siempre se tienen este tipo de recorridos, pues muchas veces los sentidos de las calles van encontrados, la arquitectura de la zona es muy irregular, ya sea por el tipo de suelo o la historia del lugar impidió tener una equidad al momento de urbanizar la zona.

En otras ocasiones, como ya mencioné también, algunas calles o avenidas se encuentran cerradas debido a que son predios o instituciones privadas o de gobernación, y se nos prohíbe el paso sin un permiso escrito o con escolta de la institución o del personal de vigilancia.

Algunas otras veces nos encontramos rodeando parques, barrancas, montañas, carreteras, que no tienen colindancia para regresar por alguna calle paralela o el sentido es único y no hay forma de pasar en sentido opuesto o tenemos que hacer un gran trayecto para poder pasar nuevamente por el comienzo.

En fin, los obstáculos pueden ser diversos, pero no debemos dejar nunca de ingeniarlos el mejor *Plan de recorrido* para realizar una integración eficaz en el mejor tiempo posible. Recuerden que ¡tiempo es dinero! (Time is Money!)

3.2.3 Recopilación de Datos

La toma de muestras en campo se puede realizar con diversos programas. La empresa proveedora del servicio celular tiene que hacer un estudio detallado al momento de elegir el software a utilizar para las integraciones de los sitios celulares GSM, pues son programas de un costo elevado y en ocasiones, por tratar de ahorrar dinero, no se elige la mejor opción, y aquí, como en muchas otras cuestiones de ingeniería, lo barato sale caro.

Si es el caso, y está dentro de nuestras responsabilidades en la empresa, debemos aportar las recomendaciones necesarias para adquirir la herramienta que presente el mejor desempeño y que se ajuste mayormente a nuestros intereses.

La marca del equipo instalado en las Radiobases (Ericsson, Nokia, Nortel, Lumen, etc.) es fundamental para elegir el software para la integración, pues muchos de estos proveedores de equipo ya tienen sus propias herramientas para las mediciones y procesamientos de los datos lo cual facilita la interpretación de los mismos.

Nuevamente, Ericsson es líder en el ramo, las herramientas que provee esta marca están muy completas y se aplican perfectamente a cualquier vendedor de equipos celulares. Por lo tanto, yo *recomiendo ampliamente* adquirir los programas con este proveedor. (¡Gol!)

Es importante resaltar que es nuestro deber portar con nosotros los documentos entregados por el Departamento de Planeación/Diseño de Radiofrecuencia (o similar) de los *Datos Generales*, de los *Objetivos de cobertura por sector*, de la *Cobertura Proyectada*, del *Análisis técnico y geográfico de la zona donde se localiza el sitio* y de aquellos documentos, llaves y formas necesarias para la *Accesibilidad al sitio*, antes de iniciar con el recorrido.

Aclarado lo anterior, demos “luz verde” a la Recopilación de los datos del nuevo sitio; ya revisado, probado y conectado el equipo, con la licencia del software vigente, con los recursos necesarios y el Plan de Recorrido analizado, empezaremos con la fase principal: *La integración del nuevo sitio celular GSM*.

Una vez localizado el sitio, hay que cerciorarnos de que todo parezca normal y en operación, necesitamos tener acceso hasta el punto en donde se encuentra instalado el equipo y revisar que todo se encuentre en perfecto estado o lo más cercano a, no olviden llevar el equipo de seguridad necesario mencionado en el apartado 2.4 “Accesibilidad al sitio” (Si aplica).

Es nuestro deber también, conocer el equipo, saber el funcionamiento básico de cada instrumento, el montaje, la instalación, antenas, cables, conectores, en fin, lo mínimo requerido para saber que está conectado con qué y para qué sirve. Ya sea que tomemos algunos cursos, que la empresa o el cliente provea, y si no es el caso, pues tomarlos por nuestra propia cuenta. *Aquí es donde la experiencia demuestra la capacidad del ingeniero para su toma de decisión y acción al momento de enfrentar los problemas reales que se le pueden presentar en el campo.*

Es por esto que muchas veces el mismo ingeniero que Integra los sitios también los audita para que esté “empapado” del funcionamiento y operación del equipo celular, y si no, por lo menos tendrá las herramientas necesarias para aprobar, en un momento dado, la integración al sitio o frenarlo, en el caso de que encuentre anomalías en la instalación o en la operación de los componentes. Aquí es donde entra la parte de los “Hallazgos de la integración”, los cuales detallaremos más adelante.

Para poder hacer una revisión rápida, les recomiendo que siempre tengan consigo una brújula, binoculares y de ser posible un *Telemetro* ⁽⁵⁾ para medir rápidamente la orientación, número y altura de las antenas, pues son los puntos clave en la radiación del sitio celular, y con estos tendremos una idea más completa de lo que puede pasar al momento de la integración, si es que los parámetros en azimut, altura y número de antenas son muy diferentes a lo planeado.

Inclusive si se cuenta con la “Auditoria del sitio” previa, nunca está de más dar una doble revisión por lo menos en estos campos, así como también en verificar que el equipo de la radiobase esté conectado y operando, y observar que no tenga alarmas prendidas (Los clásicos focos rojos en los equipos) para hacer una mejor integración y asentar los hallazgos encontrados al momento de reportar el desempeño del sitio.

Ahora sí, ya revisado y aprobado el sitio, con los objetivos de cobertura por sector, cobertura proyectada, análisis técnico y geográfico de la zona y con el plan de recorrido en mano, ¡empecemos con la integración!

Personalmente, recomiendo dar inicio siempre por el primer sector designado por Planeación, las nomenclaturas para esto varían dependiendo del diseñador o diseñadores, muchos utilizan solo números; Sector 1, Sector 2, Sector 3, algunos utilizan las letras del alfabeto; Sector A, Sector B, sector C, algunos otros utilizan por convención las letras X, Y, Z, y algunos más utilizan el alfabeto griego con sus principales letras α (alfa), β (beta), γ (gama), sea cual sea la nomenclatura empleada, apliquemos el estándar de comenzar por el sector 1, seguir con el 2 y terminar con el 3.

⁽⁵⁾ *Telemetro (“Range finder”)*: Aparato de medición utilizado para obtener distancias entre dos puntos, en este caso serviría para obtener la altura de las antenas y/o de las estructuras utilizadas en la instalación de las mismas.

Esto siempre ayudara al momento de administrar la información si en un momento dado no se tuvo el tiempo o se nos olvidó marcar la información de cada sector, y así sabremos que los primeros datos recopilados pertenecerán al sector A, los segundos del sector B y los últimos del sector C.

Solo en los casos en los que por practicidad y por obstáculos en la topografía/morfología sea necesario empezar por una convención diferente a la estándar, entonces deberemos tener el cuidado de nombrar muy bien la información correspondiente a cada sector. Esto es, supongamos que en un recorrido dado, se facilite comenzar por el segundo sector (sector Y), continuar con el tercer sector (sector Z) y terminar con el primero (sector X), entonces anotaremos bien la información referente a cada uno en el tiempo y espacio definido por nosotros en el avance del recorrido

3.2.3.1 BCCH

Veamos un ejemplo del recorrido de integración en la “Figura 14”.

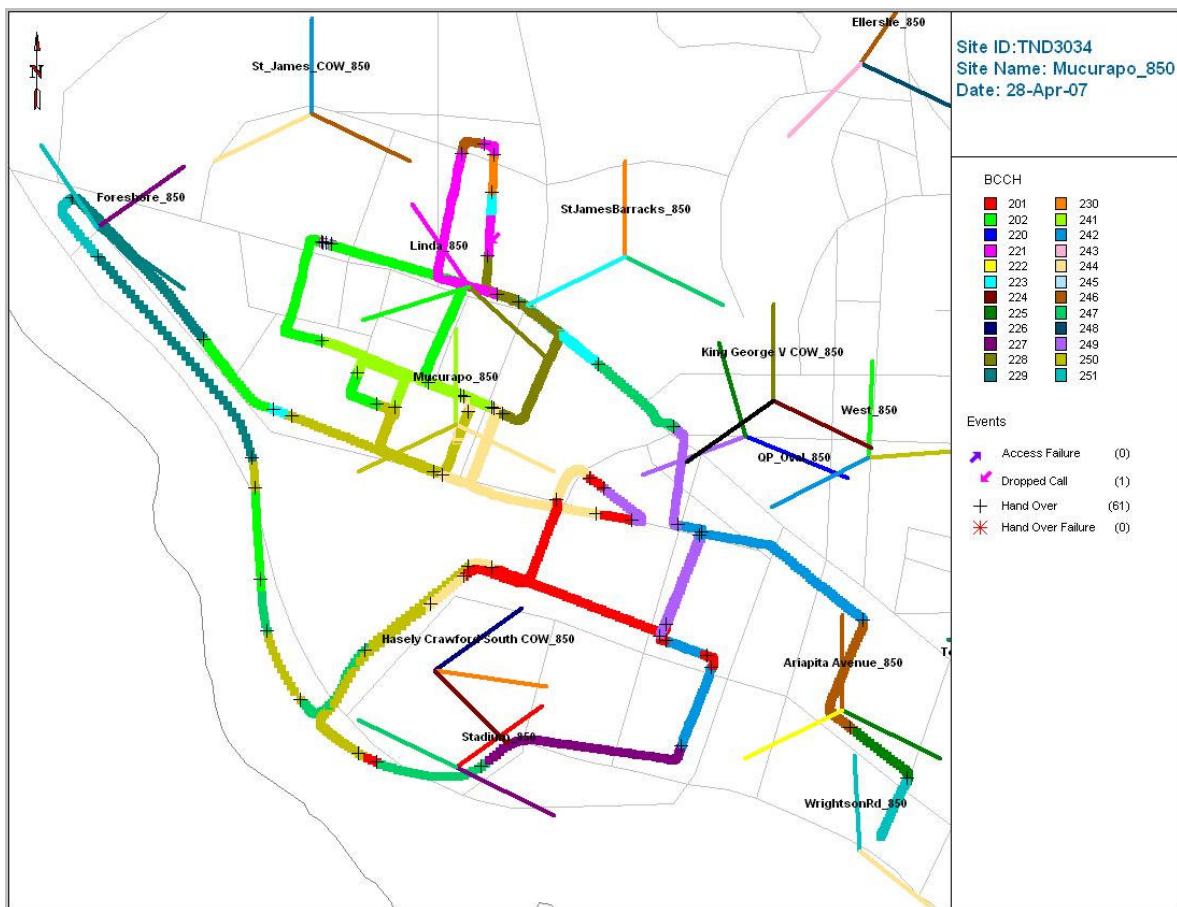


Figura 14. Recorrido de Integración del sitio MUCURAPO_850 (BCCH).

En la “Figura 14” podemos observar un recorrido de integración de una red actual GSM de 850 MHZ operando, en la cual, se está integrando el nuevo sitio **Mucurapo_850** (lo pueden localizar casi al centro de la figura).

Aquí estoy representando gráficamente por colores los *Canales de Control de Difusión* (BCCH: BroadCast Control Channel), esto es, las “portadoras” por sector del nuevo sitio y de los sitios celulares operativos actuales que serán sus vecinos, así como los alcances de cobertura que cada uno presentó en este recorrido.

En la parte superior izquierda pueden observar la nomenclatura para la orientación geográfica del mapa y en la parte superior derecha pueden ver los datos de identificación del sitio como son el Identificador, nombre y la fecha de realización de la integración.

Este es un buen ejemplo en el que podemos observar como no se presenta un recorrido uniforme, como veíamos anteriormente en el caso del recorrido “rectangular”, debido a la arquitectura de las calles y a la localización en el mapa de este sitio.

El recorrido realizado fue lo más cercano a la realidad de los usuarios que por ahí transitan, puntualizando las zonas de mayor demanda y tráfico que los sectores del sitio puedan captar y solventar, para lo cual fue diseñado.

En este sitio se ocupó una designación de orientaciones estándar para los sectores, el sector α (alfa) tiene una orientación a 0 grados con respecto al norte, el sector β (beta) de 120 grados y el sector γ (gama) de 240 grados. Esta es una designación convencional, pues se sigue la separación uniforme entre sectores para los 360 grados. Sin embargo, por cuestiones del diseño inicial, podemos observar que varios de los sitios operando en esa red siguen una asignación de orientaciones diferente a lo convencional, tal vez por cuestiones de estrategia en la red para solventar el tráfico de usuarios o de cobertura.

También podemos observar en la “Figura 14” un grupo *puntual* de los *Eventos* que se presentaron durante ese recorrido de integración, los cuales se consideraron de importancia para ser incluidos en esta representación gráfica y se listan de la siguiente forma:

- *Access Failure*
- *Dropped Call*
- *Hand Over*
- *Hand Over Failure*

Access Failure (Falla de acceso o acceso no exitoso): Este evento representa el número de intentos de llamadas NO exitosas en el sistema, proporcionados por los sectores que en ese momento no pudieron tomar la llamada o la rechazaron por alguna razón.

Dropped Call (Llamada caída): Este evento representa el número de llamadas caídas en el sistema, proporcionadas por el sector que en ese momento “tiró” la llamada por alguna razón.

Hand Over (En Telecomunicaciones, área de Radiofrecuencia, sistemas celulares, se traduce como “transferencia de celda”): Este evento representa el número de transferencias de celda que sufre una llamada a través del sistema, proporcionadas por el sector que transfiere la llamada a la celda vecina.

Hand Over Failure (“Transferencia de celda no exitosa”): Este evento representa el número de transferencias de celda NO exitosas que sufre una llamada en el sistema, proporcionadas por el sector que *falla* al momento de transferir la llamada a la celda vecina correspondiente.

Estos son solo algunos ejemplos de los eventos que se pueden obtener al momento de la recopilación de los datos durante la integración, pues dependiendo del programa utilizado y su capacidad, dependerán el número y complejidad de los eventos que se puedan proporcionar para tener un reporte de integración *más* completo al momento de procesar la información. Sin embargo, los eventos antes citados son un buen parámetro para una integración práctica y completa, pues con ellos se engloba el desempeño del sitio a grandes rasgos dentro del sistema.

El conteo de los eventos es puntual, por móvil y no importa la dirección que lleve en el momento de ocurrir el fenómeno.

3.2.3.2 RXLEV

Siguiendo con el ejemplo anterior, veamos la “Figura 15”.

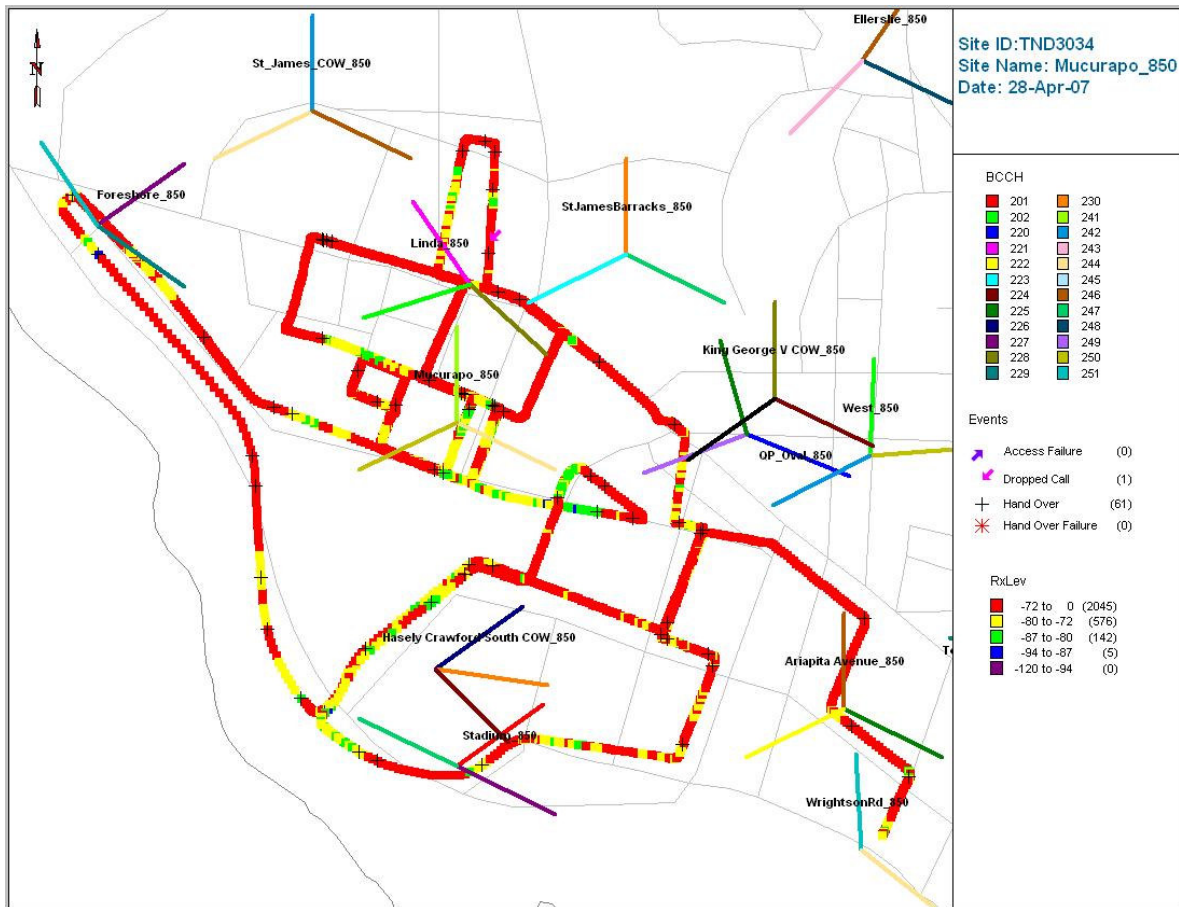


Figura 15. Recorrido de Integración del sitio MUCURAPO_850 (RXLEV).

En la “Figura 15” tenemos la representación del *RXLEV* (En Telecomunicaciones, área de Radiofrecuencia, sistemas celulares, Propagación de señal, es el “Nivel de señal de recepción del móvil”) del sitio “Mucurapo_850”, y cuenta con la siguiente nomenclatura:

0.0 dBm > **x** ≥ -72.0 dBm
-72.0 dBm > **y** ≥ -80.0 dBm
-80.0 dBm > **z** ≥ -87.0 dBm
-87.0 dBm > **x** ≥ -94.0 dBm
-94.0 dBm > **x** ≥ -120.0 dBm

Como su nombre lo indica, representa el nivel de señal celular medida en campo de la propagación de los sitios, medido en dBm's, con el cual tenemos una imagen precisa del nivel de señal que están teniendo los usuarios en esa zona, que penetración representa al momento de inferir la cobertura interior en los inmuebles (estacionamientos, centros comerciales, etc.), vehículos y por su puesto sobre las calles y avenidas principales.

Lo ideal es mantener una cobertura dentro de los dos primeros rangos de medición (hasta -80dBm) pues con esto aseguraremos una cobertura de calidad tanto para exteriores como interiores. Esto muchas veces no se puede lograr debido a las construcciones, grandes edificios o calles muy estrechas, por lo que debemos enfocar nuestro recorrido en estos puntos para tener una imagen más clara de lo que realmente se está presentando en campo con respecto al nuevo sitios celular GSM.

En este punto se debe de tomar en cuenta el equipo con el que se va a integrar el sitio, pues muchas veces ocupamos *antenas externas* para las mediciones de señal de los móviles, y estas antenas presentan una ganancia de hasta 3dBm o inclusive mayor (como las utilizadas en los escáneres) lo que no presenta la imagen “real” de lo que hay en campo, si no un aumento en el nivel de señal medido, y esto tiene que tenerse bien claro al momento de la interpretación de los datos.

Principalmente el cliente (la empresa celular prestadora del servicio) es quien decide si se utilizaran estas antenas de ganancia o no, pues muchas veces los proveedores del equipo, omiten este paso con tal de “vender” una mejor imagen del sitio integrado, pues presentan las integraciones con estos niveles de señal medidos siendo que no es lo que el usuario final está percibiendo, pues ellos NO traen consigo una antena externa en un auto o en su casa, por lo que, dependiendo de donde nos toque estar, si del lado del cliente o del proveedor será nuestro deber informar a nuestro jefe directo del uso o no de dichas antenas (si aplica).

En este punto quiero aclarar que siempre, sea el campo en el que nos desempeñemos como ingenieros, hay que ponernos en el lugar del cliente, porque parece mentira pero muchas veces se nos olvida, y ahí es donde nuestro trabajo puede estar careciendo de algún nivel de calidad y los vendedores de servicios y de equipo no piensan en eso, para ellos, muchas veces, solo les interesa el volumen de venta sin importar la calidad, y es aquí donde nosotros debemos levantar una bandera para exigir, hasta donde nos sea posible, el grado mínimo de calidad con el cual el usuario final estará contento, y la mejor forma es “poniéndonos en sus zapatos”.

3.2.3.3 RXQUAL

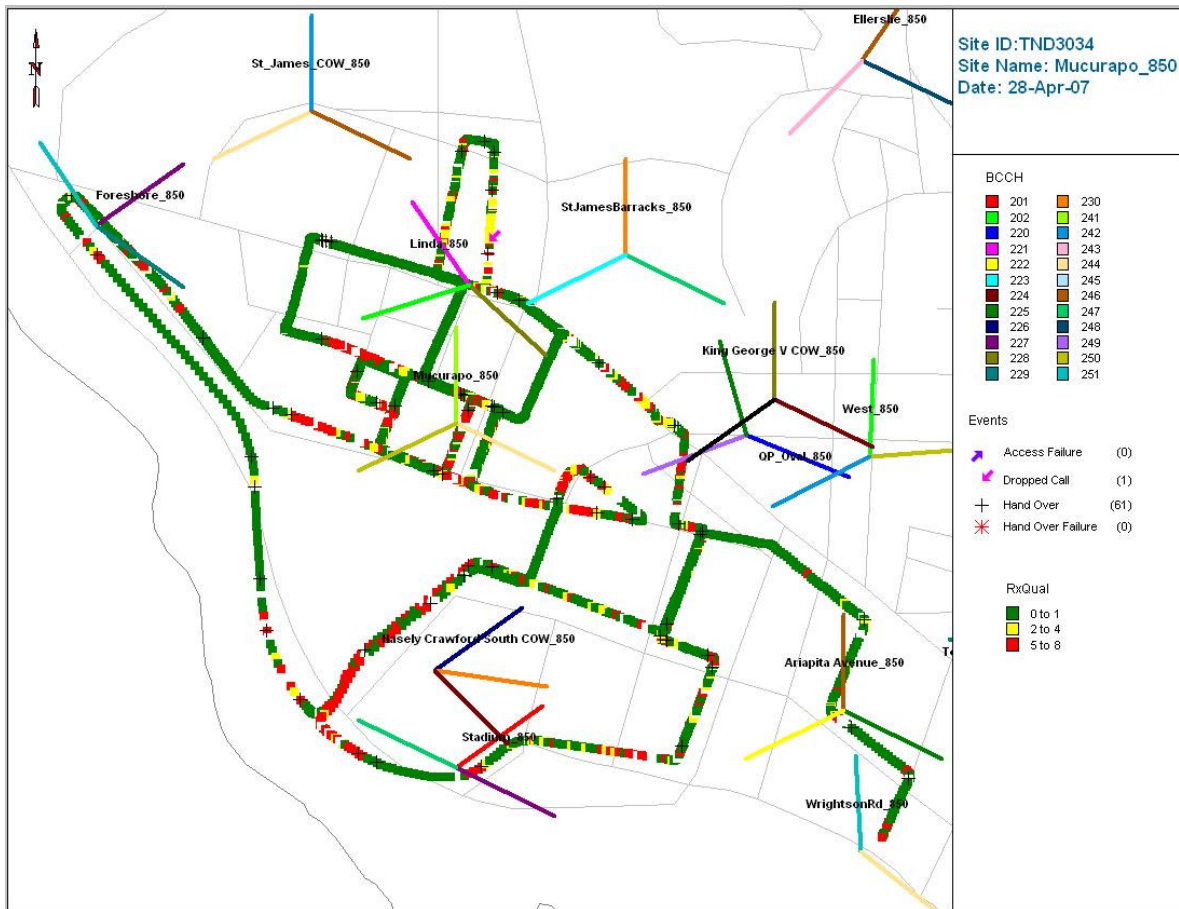


Figura 16. Recorrido de Integración del sitio MUCURAPO_850 (RXQUAL).

En la “Figura 16” tenemos la representación del *RXQUAL* (En Telecomunicaciones, área de Radiofrecuencia, sistemas celulares, Propagación de señal, es el “Nivel de calidad de la señal que recibe el móvil”) del sitio “Mucurapo_850”, y cuenta con la siguiente nomenclatura:

$$\begin{aligned}
 0 &\geq x \geq 1 \\
 2 &\geq x \geq 4 \\
 5 &\geq x \geq 8
 \end{aligned}$$

Como su nombre lo indica, representa el nivel de calidad de señal celular medida en campo de la propagación de los sitios, el anterior representaba sólo el nivel de señal, es decir la *intensidad* con la cual esta radiando el sitio, y este representa la *calidad* que el usuario está teniendo en la recepción de la señal celular vendida por el proveedor del servicio.

Al igual que el anterior, lo ideal es mantener una calidad de señal dentro de los dos primeros rangos de medición (hasta el valor de 4) pues con esto aseguraremos una buena calidad tanto para exteriores como interiores.

Con este índice tendremos una idea general de la calidad de señal de la zona de cobertura del nuevo sitio GSM, para que al momento de la integración podamos seguir con las notas de los hallazgos encontrados en cuanto a la calidad de señal grabada en campo.

Muchas veces nos encontraremos con problemas de calidad de señal proveniente por los sitios vecinos, interferencias ya localizadas en la zona antes de la integración del nuevo sitio GSM, las cuales será de mucha ayuda reportarlas principalmente para el área de optimización de la red, pues con esta información les será más fácil atacar el problema al momento de iniciar los trabajos de optimización para dicha zona, al momento de afinar los detalles de ingeniería del nuevo sitio y de sus vecinos.

Con este índice también, nos será más fácil detectar los lugares en los que tuvimos eventos de llamadas caídas (Drop calls), de falla de accesos o accesos no exitosos (Access Failure) o de transferencias de celda no exitosas (Hand Over Failure), pues al momento de ir recopilando los datos nos podremos dar cuenta porque el nivel de señal se va degradando, y si ocurre uno de estos eventos podremos deducir que se debió a dicha degradación de señal y ahí haremos un buen hallazgo de la integración del sitio, siendo el evento correspondiente a un sector del nuevo sitio en cuestión. Si no fuera así, de igual forma se hará la anotación, aclarando que se debe a un sector ajeno al sitio integrado.

Cualquiera que sea el caso hay que saber interpretar la información presentada por la herramienta y por los índices de medición, para deducir de manera lógica y precisa el porqué de dicho evento, que puede estar fallando, que necesita corrección y asentarlos para pasarlo al área correspondiente.

Para dicha área, nosotros seremos clave al momento de la interpretación de los datos, pues seremos el *vínculo* directo del campo a la herramienta de predicción y calibración, por lo que tenemos que poner mucha atención a cualquier anomalía grabada en campo para reportarla con el mayor detalle posible, recuerden que los pequeños detalles marcan la diferencia.

Dependiendo de la empresa, del cliente o del proveedor del equipo, se puede mantener un contacto directo del campo al momento de la integración, para que se reporten dichas anomalías en “vivo” y se pueda tomar acción inmediata si así es requerido. Esto depende mucho del contrato establecido y del manejo de las integraciones, pues en ocasiones las optimizaciones vienen después y no dependen de nosotros o de los encargados de las integraciones, pues si el problema encontrado es grave, se bloquea el sitio otra vez, se corrige el problema y se da luz verde para la integración, dando inicio a todo el proceso de nuevo.

Por mi experiencia puedo decirles que esto de reportar anomalías al momento de encontrarlas es de gran ayuda para el desempeño de la red, pues muchas veces son cosas fáciles que desde central se pueden solucionar, como dándole un “restart” (reinicio) al sitio y con eso se solucionan, o declarando una vecina faltante en donde se nos callo una llamada por falta de esta relación de vecindades, etc. y con esto reportamos un trabajo de calidad y eficiencia al momento de prestar nuestros servicios profesionales.

3.2.3.4 C/I

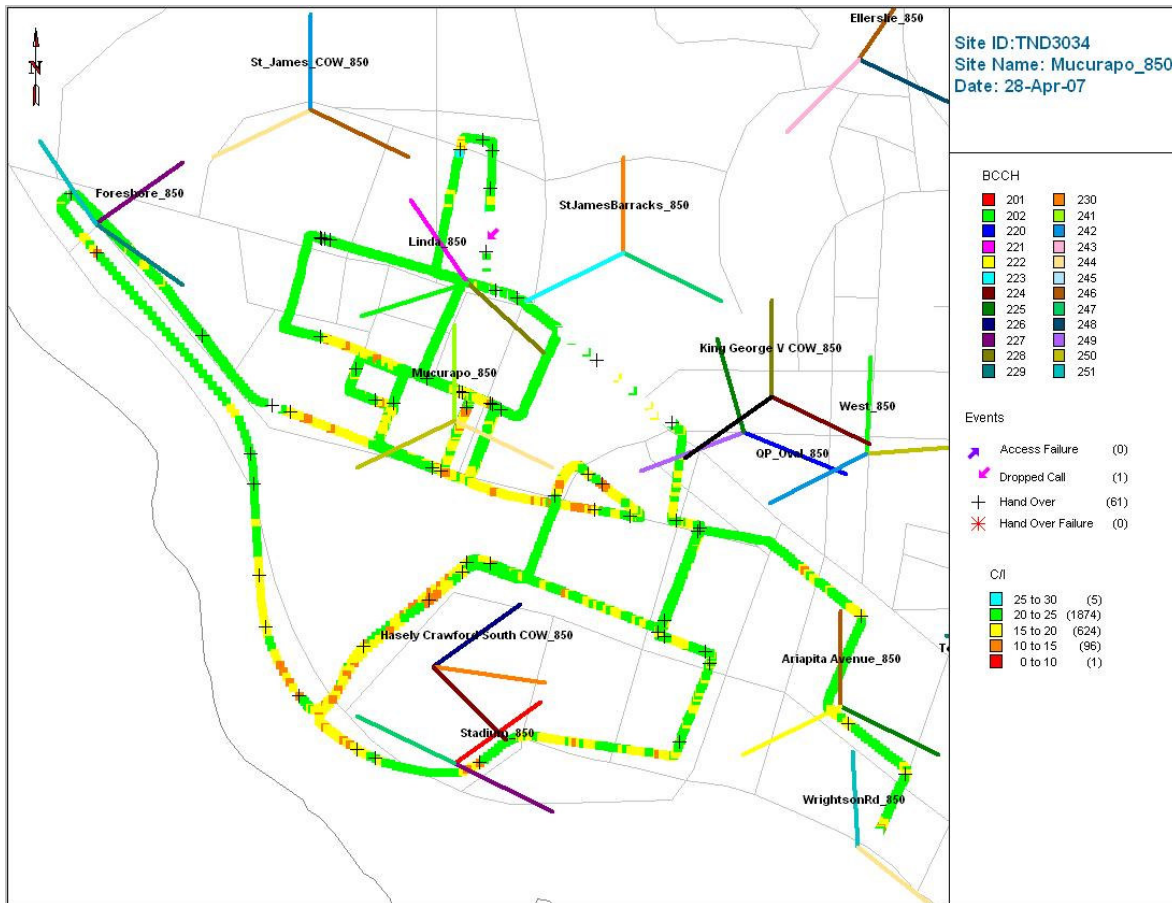


Figura 17. Recorrido de Integración del sitio MUCURAPO_850 (C/I).

En la “Figura 17” tenemos la representación del *C/I* (Carrier vs. Interference, En Telecomunicaciones, área de Radiofrecuencia, sistemas celulares, Propagación de señal, es el “Nivel de Portadora sobre la Interferencia de la señal que recibe el móvil”) del sitio “Mucurapo_850”, y cuenta con la siguiente nomenclatura:

- 0 > **x** ≥ 10
- 10 > **x** ≥ 15
- 15 > **x** ≥ 20
- 20 > **x** ≥ 25
- 25 > **x** ≥ 30

Como su nombre lo indica, representa el nivel de señal de la *portadora* sobre el nivel de *interferencia* presentada. Este es otro parámetro de calidad de señal al momento de la integración, entre *mayor* sea el cociente *mejor* será la calidad de señal de la portadora, que garantiza una mejor calidad al momento de las llamadas.

Como podemos observar en la “Figura 17”, los lugares donde no aparece medición o que tienen colores rojos y anaranjados (de valor más bajo) representan los

puntos donde la Interferencia está casi al nivel de la Portadora, por lo que el móvil puede sufrir alguna anomalía como los eventos antes mencionados, por lo que lo ideal es mantenernos dentro de los niveles de valores más altos (en este caso, los que van del valor 15 al 30) pues con esto aseguraremos, de nueva cuenta, una buena calidad tanto para exteriores como interiores.

Haciendo un análisis en conjunto de este índice con el anterior podremos deducir con mayor certeza la ocurrencia de eventos no deseados, pues se complementan el uno con el otro y nos entregan información fiel de la calidad de la señal portadora en cada punto del móvil, y así nuestras anotaciones de hallazgos serán más completas y certeras al momento de entregarlas al departamento de optimización para su análisis.

Tanto en este índice como en el anterior, las degradaciones de señal se deberán principalmente a las interferencias localizadas en el campo, en la zona de integración del nuevo sitio GSM, interferencias provenientes por co-canales y canales adyacentes, esto es, de las frecuencias que son iguales o adyacentes a las planeadas para el nuevo sitio, respectivamente.

Por lo que nuestro deber será reportar puntualmente todo y cada uno de los casos de interferencia encontrados, o de ser posible, reportarlos en “vivo” para que antes de seguir con la integración se solucione y podamos integrar eficientemente el sitio en cuestión, y de no ser así, bloquearlo nuevamente hasta solucionar el problema y pasar oportunamente el reporte para que se tomen las medidas necesarias a la mayor brevedad posible.

Debemos revisar que la cobertura en cada caso, no exceda los límites que el diseño requiere, pues puede causar las interferencias no deseadas mencionadas antes, por un lado y por otro, y también provocar congestión no deseada del nuevo sitio debido a su extensa cobertura. Ahora bien, en el lado contrario, de igual forma debemos de cuidar que el sitio no cubra menos de lo planeado, por lo que todo exceso o mala cobertura será nuestra responsabilidad reportarlo en cada caso y deberán aplicarse las medidas necesarias para su *corrección inmediata* si así es requerida, para el buen funcionamiento de la red.

Muchas veces me ha tocado ser el actor de todos estos casos, en donde estas de los dos lados, el que integra y optimiza al mismo tiempo, entonces se me solicita que de las soluciones al momento para no retrasar la integración del sitio, así que no hay más que solucionar rápido y eficaz, pues el cliente no espera y siempre quiere todo ¡para ya! Y es cuando debemos demostrar el tesón para resolver y dar soluciones.

Estos son solo algunos de los índices principales que se pueden obtener al momento de la recopilación de los datos para la integración de un sitio celular GSM, pero dependerá siempre del procedimiento que se tenga para dicha actividad y de los procesos que se sigan, de las responsabilidades encargadas a cada ingeniero, de las actividades asignadas y del conocimiento y preparación de los involucrados.

De igual forma la herramienta utilizada para la integración tendrá mucho peso al momento de la recopilación de los datos, pues de esta dependerá la presentación en pantalla y las capacidades para mostrar el número de índices que necesitemos o se utilicen en la empresa, de el número de móviles que permita conectar y de las

presentaciones en pantalla por móvil, en fin todo esto será un punto clave al momento de la recopilación e interpretación de los datos en campo.

No olviden siempre de hacer todas las anotaciones de todos los incidentes encontrados, en la siguiente parte de la integración, los “Hallazgos”, así como también, las recomendaciones que para ustedes sean necesarias para un mejor funcionamiento del sitio integrado (Si aplica y si están capacitados para ello).

3.3 Registro de los hallazgos en la integración

Esta parte es fundamental al momento de las integraciones de sitios celulares, no todas las empresas lo aplican o siguen un procedimiento que los incluya, sin embargo es de suma importancia tener siempre un histórico de lo que paso al momento de una integración de sitio celular.

Este es un buen momento de aplicar este procedimiento si no se siguiera en la empresa en la que laboran, pues será de gran ayuda y agilizará el proceso de integración y optimización de los sitios, mejorando el desempeño de la red celular.

No existe un formato establecido, sin embargo podemos hacer uno sencillo en donde solo se anoten los problemas encontrados con una breve descripción del fenómeno, cómo y en qué sentido se presenta, entre que celdas y al momento de realizar alguna acción en específico, si fue en un lugar estático o en movimiento a gran velocidad, en fin todos los detalles que nos ayuden para el análisis del problema.

De ser posible traten de llevar un mismo formato para todas las diferentes integraciones de sitios; Radiobases, micro celdas, repetidores, etc. con el fin de estandarizar los formatos y poder administrar la base de datos con los hallazgos por fechas de integración, pues muchas veces se llegan a integrar los sitios por más de una vez (Cuando sufren expansiones principalmente).

La mejor herramienta para manejar la administración de estos hallazgos y generar un reporte para la presentación de los mismos, es en una hoja de cálculo, pues ahí la podremos acomodar por fechas, por tipo de hallazgo, por ocurrencia, etc., incluir el nombre, identificador, responsable, etc., tan simple como se pueda hacer, recuerden la idea es ser prácticos y agilizar los procesos.

Si no cuentan con una historia de hallazgos en la empresa pueden hacerla revisando los problemas que han tenido los sitios ya operando desde sus inicios, para que si encuentran algo similar al momento de estar integrando, puedan hacer referencia al sitio en cuestión y con esto ayudaran a que la solución para este nuevo problema sea resuelta de la forma anterior, si fue la mejor en su momento.

Algunos otros hallazgos se pueden presentar por algún mal funcionamiento de las herramientas para la integración del sitio que se nos hallan asignado, lo cual se debe reportar inmediatamente, y si no contamos con más equipo para remplazar al que este mal funcionando, tendremos que suspender la integración para regresar por equipo en

buen funcionamiento, de ahí la importancia de probar el equipo antes de salir al proceso de integración.

Recuerden siempre apuntar los hallazgos iniciando siempre por la instalación del sitio (si aplica), pues muchas veces es donde se puede originar algún problema al momento de la integración. Como mencione anteriormente, aún cuando no sea parte de su actividad el revisar el sitio a integrar, no está de más dar una inspección rápida para descartar alguna anomalía de instalación que pueda causar el desperfecto de la integración. ¡Señores, somos Ingenieros!

3.4 Entrega de reportes de la integración

Los reportes de integración pueden ser diferentes de una empresa a otra, no hay un estándar y depende de las necesidades de cada proveedor del servicio, de la información que a su criterio sea necesaria en el reporte y de la tecnología y las bandas que maneje cada operador.

Los prestadores del servicio manejan de diferente forma este proceso, pues algunos de ellos omiten la entrega de reportes de la integración y solo con el aviso de que el sitio fue integrado correctamente que reporta el ingeniero encargado de esta operación, es suficiente para los operadores de la central que manejará este nuevo sitio y ellos, a su vez, generarán un reporte más completo con todos los datos cargados al nuevo sitio, la configuración de la radiobase, los parámetros detallados por sector, así como la lista de los servicios realizados al equipo completo del sitio.

Siguiendo con el ejemplo anterior del sitio “Mucurapo_850”, veamos ahora un ejemplo sencillo del reporte de integración generado para este sitio en las “Figuras 18, 19 y 20”, en donde se incluyen los datos básicos del nuevo sitio GSM como son: Nombre, Identificador, fecha y nombre del Ingeniero responsable de la integración del nuevo sitio GSM, así como los eventos realizados durante la integración de dicho sitio.

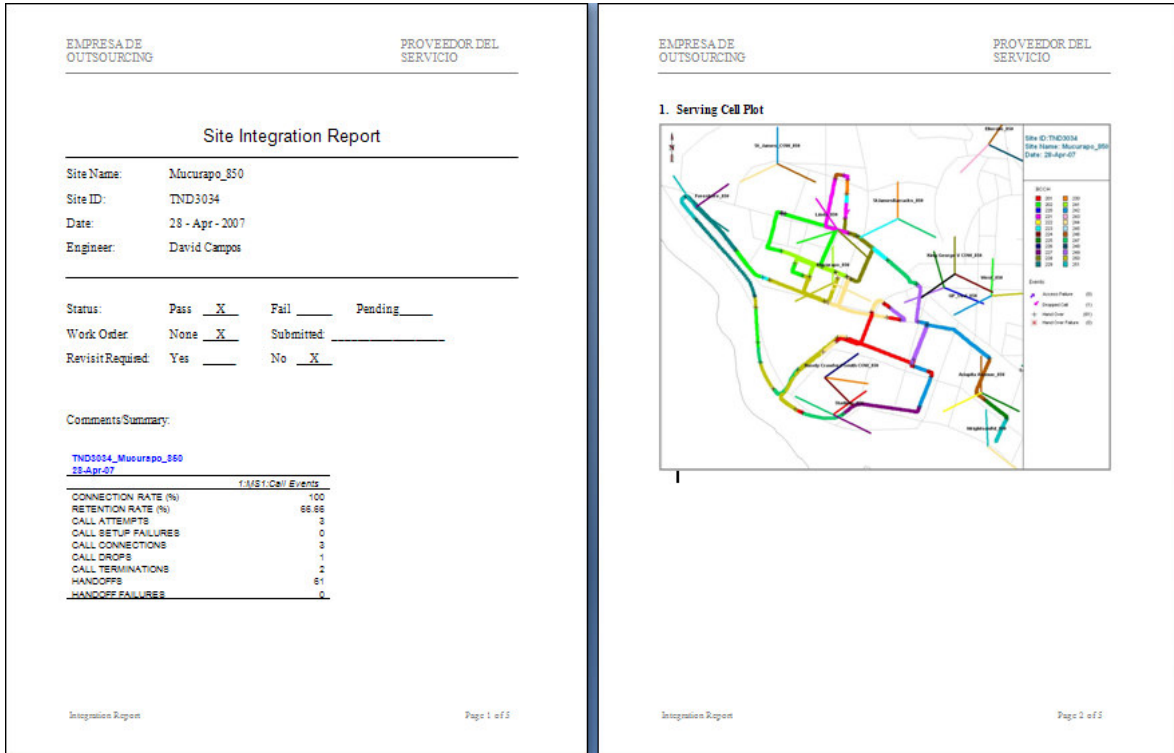


Figura 18. Reporte de Integración del sitio MUCURAPO_850 (1 de 3).

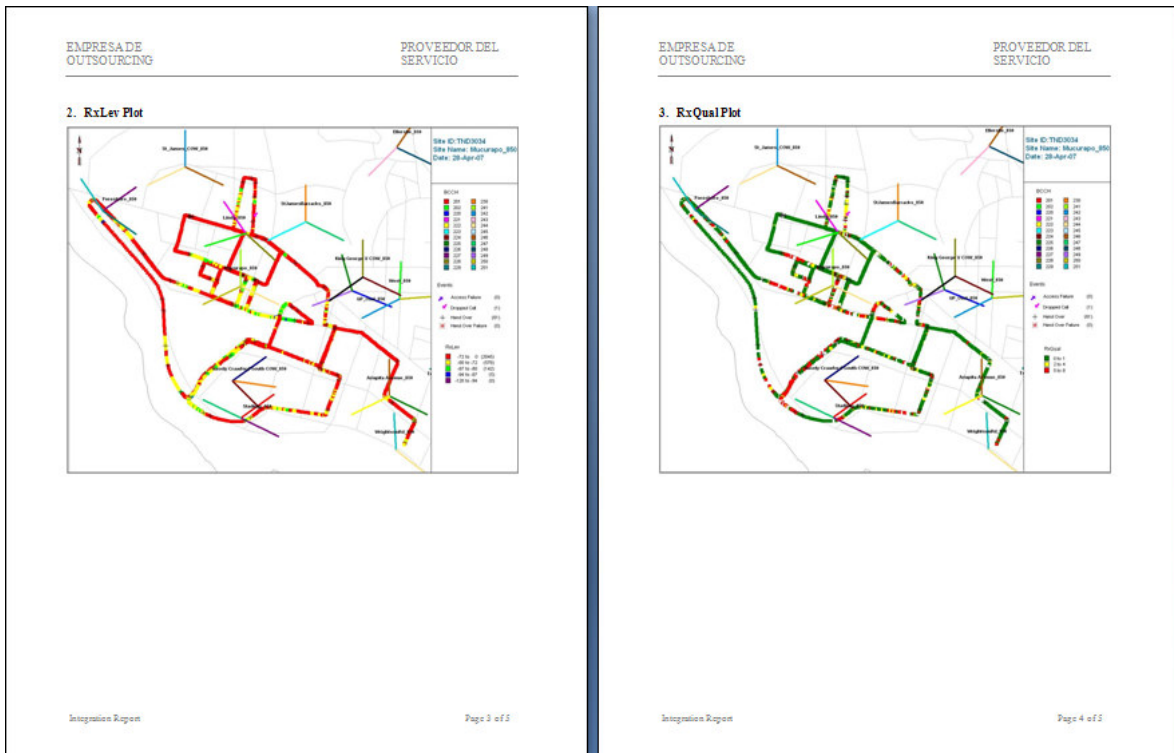


Figura 19. Reporte de Integración del sitio MUCURAPO_850 (2 de 3).

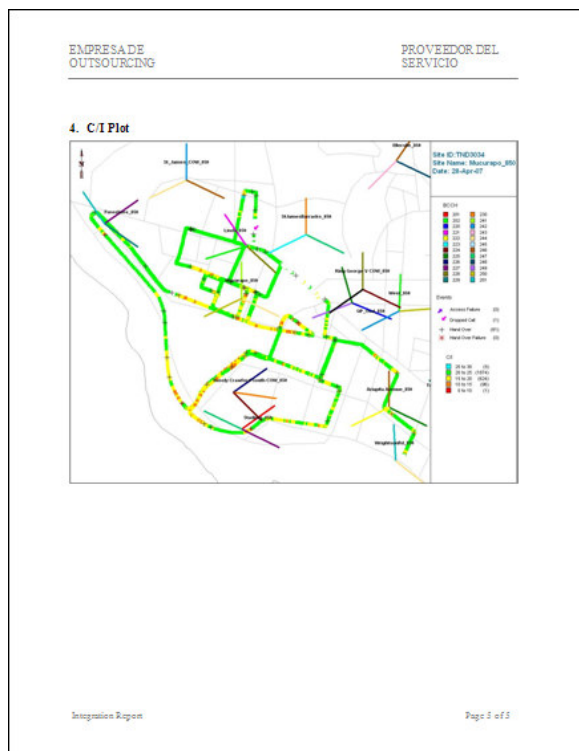


Figura 20. Reporte de Integración del sitio MUCURAPO_850 (3 de 3).

Como se puede observar en las “Figuras 18, 19 y 20”, el reporte es muy sencillo y solo incluye los recorridos de los 4 parámetros ya vistos (BCCH, RXLEV, RXQUAL y C/I), además de estas imágenes de cobertura contiene los eventos de llamada medidos en el *Móvil uno* (MS1), los cuales podemos observar en la Tabla 4.

1:MS1:Call Events		
CONNECTION RATE (%)	(Porcentaje de la Taza de conexión)	100
RETENTION RATE (%)	(Porcentaje de la Taza de Retención)	66.66
CALL ATTEMPTS	(Intentos de llamadas)	3
CALL SETUP FAILURES	(Fallas de configuración de llamada)	0
CALL CONNECTIONS	(Conexión de llamadas)	3
CALL DROPS	(Llamadas caídas)	1
CALL TERMINATIONS	(Terminación de llamadas)	2
HANDOFFS	(Transferencias de celdas)	61
HANDOFF FAILURES	(Transferencias de celdas no exitosas)	0

Tabla 4. Eventos de llamada medidos en el móvil 1(MS1) del Reporte de Integración del sitio MUCURAPO_850.

CONNECTION RATE (%): Es el Porcentaje de intentos de llamadas que terminan en “llamada exitosa”, dentro de la taza de conexión del teléfono celular 1 (MS1) utilizado para las pruebas de llamada durante la integración.

RETENTION RATE (%): Es el Porcentaje de llamadas exitosas retenidas hasta su terminación “normal”, que no terminan en “Llamada caída” (Drop Call) dentro de la tasa de retención del teléfono celular 1 (MS1) utilizado para las pruebas de llamada durante la integración.

CALL ATTEMPTS: Es el número de intentos de llamadas del teléfono celular 1 (MS1) utilizado para las pruebas de llamada durante la integración.

CALL SETUP FAILURES: Es el número de intentos de configuración de llamadas NO completados del teléfono celular 1 (MS1) utilizado para las pruebas de llamada durante la integración.

CALL CONNECTIONS: Es el número de conexión de llamadas exitosas del teléfono celular 1 (MS1) utilizado para las pruebas de llamada durante la integración.

CALL DROPS: Es el número de llamadas caídas del teléfono celular 1 (MS1) utilizado para las pruebas de llamada durante la integración.

CALL TERMINATIONS: Es el número de terminación de llamadas exitosas del teléfono celular 1 (MS1) utilizado para las pruebas de llamada durante la integración.

HANDOFFS: Es el número de las transferencias de celdas exitosas de las llamadas cursantes en el teléfono celular 1 (MS1) utilizado para las pruebas de llamada durante la integración.

HANDOFF FAILURES: Es el número de las transferencias de celdas NO exitosas de las llamadas cursantes en el teléfono celular 1 (MS1) utilizado para las pruebas de llamada durante la integración.

Como ya mencione antes, este reporte es muy sencillo pero a la vez es muy práctico, pues demuestra con poca información el desempeño presentado por el nuevo sitio integrado. Para este operador este fue el reporte oficial que le entregaba al cliente y con el cual se daba por aceptado el proceso de integración del nuevo sitio GSM.

La presentación del reporte dependerá en gran medida del estándar que se maneje entre el cliente y la empresa proveedora del servicio de ingeniería celular, en este caso podemos ver en la parte superior de las hojas del reporte de las “Figuras 18, 19 y 20”, que van incluidos los logos de cada una de las empresas involucradas en la elaboración del mismo. Sin embargo, muchas veces el cliente pide que solo se incluya el logo de su empresa o un formato específico, con el fin de evitar confusiones al momento de las presentaciones oficiales ante los altos directivos.

Así como este se pueden elaborar diversos reportes con más información relativa a parámetros celulares o cualquier otro tipo de mediciones realizadas en la empresa relativas al proceso de integración de nuevos sitios, este solo es un ejemplo didáctico, práctico y con aplicación en el mundo real dentro de una red GSM de 850MHz, mas no pretende ser una regla o procedimiento a seguir.

Si la empresa así lo eligiere, y si se lleva a cabo la actividad de “Registro de hallazgos de la integración”, el reporte de hallazgos se puede incluir dentro de este

reporte de integración para entregar un informe más completo acerca de la integración de sitios celulares, y, como siempre, dependerá de la solicitud/aceptación del cliente, pues es quien al final decidirá el uso y aplicación del mismo.

Se recomienda llevar siempre un histórico de los reportes entregados por red o sistema, para que al momento de la administración de los sitios, se tenga presente el número de reportes de integración entregados y tener un control minucioso de cada proyecto. Esto es principalmente por las anomalías que se puedan presentar al momento de una expansión o actualización de programas o equipo en las Radiobases después de un tiempo de instalado el sitio, pues muchas veces se pierde este seguimiento y se presentan problemas al parecer “nuevos” siendo que tienen un histórico del porque están ahí o de que se presentaron antes pero no se solucionaron en su momento o nadie le dio seguimiento, y con el paso del tiempo, se agravan y terminan en un problema mayor, el cual se pudo haber evitado si se hubiera atacado a tiempo.

Sea cual sea el método, formato o procedimiento empleado para la entrega de reportes, traten siempre de simplificarlos al máximo, pues muchas veces complicamos procesos que en realidad no lo necesitan y perdemos el tiempo llenando formas muy complejas o con mucha información la cual nadie o casi nadie revisa, y por estar invirtiendo mucho tiempo en esos laboriosos detalles perdemos el concepto en si del fin que queremos alcanzar.

Entreguemos un reporte sencillo y práctico el cual, cualquier persona pueda entender en gran medida el contenido del mismo, y daremos por superada la prueba de un reporte confiable e ilustrativo de lo que pasa en el campo al momento de una integración de sitio celular GSM.

Y, finalmente, daremos por cumplido el objetivo esperado, la integración de nuevos sitios celulares GSM con el fin de proporcionar mayor capacidad de tráfico de usuarios a la red, cobertura e incremento en los niveles de señal para brindar al cliente un mejor servicio de comunicación celular, con una buena operación y un excelente desempeño, conformando así una red sólida, con una infraestructura tan completa que los suscriptores querrán seguir consumiendo de nuestros servicios con una gran aceptación y siempre en busca de las nuevas tecnologías, equipos y servicios, en donde estaremos siempre con un paso adelante, ¡hacia la vanguardia siempre!

CAPITULO 4 Recomendaciones

Durante todo el camino de este trabajo he ido anotando mis recomendaciones para una buena integración de sitios celulares GSM en cada una de las etapas que aquí he descrito.

Debemos de cuidar que se cumplan los objetivos por sector y general del nuevo sitio en la red, interactuando con sus células vecinas en la mejor forma posible, cubriendo el tráfico de usuarios esperado y los huecos de cobertura existentes (si es el caso), incrementando la calidad de la señal, tanto en exteriores como en interiores, haciendo el paso del usuario por el nuevo sitio efectivo y con mejor calidad que antes o en su defecto imperceptible.

De una buena integración dependerá la optimización necesaria para el mejor desenvolvimiento del sitio GSM, pues es la base que soportara los cimientos de una nueva red en construcción, ya sea nueva de inicio o en expansiones, por calidad o tráfico, que necesitara los soportes para erigir una cobertura celular completa.

Algo que no se les debe de olvidar NUNCA es llevar consigo la base de datos actualizada *al día* de los sitios celulares operando y no operando (planeados o proyectos), así como también la lista de los hallazgos de integraciones pasadas (Si aplica), pues esto nos beneficiara al momento de realizar la integración del nuevo sitio celular GSM, dándonos información fiel y precisa de lo que ha pasado con el sitio en cuestión y lo que se encuentra instalado en los sitios vecinos al momento de trabajar en dicha actividad.

Como ingenieros siempre tenemos que ser exigentes en el desempeño de cualquier equipo o programa, las limitantes solo deben ser marcadas por el equipo en sí (hardware o software), nuestro deber es obtener el *mayor beneficio* de los recursos proporcionados por nuestra empresa o el cliente para hacerlos producir bienes.

Una gran parte de nuestra labor es *delegar responsabilidades*, revisar que todo salga perfecto o lo más cercano a, y para esto debemos de saber cuándo y cómo ocupar los recursos que nos hallan proporcionado para el desarrollo de la actividad, así que no tengan miedo y ¡ocúpenlos!, ¡sáquenles provecho!, siempre con responsabilidad y sin derrochar o abusar de su poder en ese momento.

Recuerden siempre en ser fieles a sus convicciones y creencias, pero deben tomar en cuenta también las costumbres y modos de los demás, pues como bien saben somos un mundo muy diferente y en Telecomunicaciones siempre estarán en contacto con gente de todo el planeta, así que su criterio siempre debe de guardar un rango considerable para aquellas “ideas” encontradas con nuestros sentimientos y razones.

El *Ingeniero* se destaca por su raciocinio y su rápida respuesta a tiempos récord, por su perspicacia para resolver problemas de la forma más sencilla y eficaz, pero deja de lado su vida personal, el socializar con la gente que lo rodea, incluso con su familia, y para ser un *verdadero Ingeniero* es necesario sentir y vibrar, y eso es algo que no se nos

enseña en la universidad, pero que es nuestro deber también el aprender a convivir con números y sensaciones, para poder dar equilibrio a la vida, a nuestra vida ingenieril.

Así que señores, no tengan miedo y ocúpense por los problemas de integración de sitios celulares GSM pero también, de la integración de ustedes mismos a la sociedad, a su familia y a su entorno y, por supuesto, a ser felices.

CAPITULO 6 Conclusiones

Este es un trabajo de tesis para titulación que muestra un camino para la integración de sitios celulares GSM, sin embargo se puede aplicar también, de forma general, para cualquier integración de sitios celulares de cualquier otro sistema (D-AMPS, TDMA, CDMA, 3G, etc.) con sus respectivas terminologías y funciones.

Como ya analizó, la integración del sitio puede realizarse de diferentes maneras, dependiendo de cuál es nuestro objetivo principal; tráfico, calidad o cobertura, siendo nosotros mismos los encargados de realizar las integraciones o teniendo ingenieros o técnicos a nuestro cargo para realizar esta actividad. Este procedimiento de *Integración de sitios celulares GSM* se puede implementar en ambos casos, pues contiene los lineamientos mínimos necesarios para brindarle las instrucciones precisas al personal y a ustedes mismos.

En diversas ocasiones uno, como ingeniero “nuevo” en el ramo, tiene que aprender por sí sólo todas las técnicas necesarias para la integración, pues muchas veces los ingenieros o técnicos con experiencia no tienen “el tiempo” para transmitirnos estos conocimientos, y es cuando resulta más difícil aprender las técnicas y los procedimientos más rápidos y prácticos para solucionar eficazmente la actividad, por lo que necesitamos mantenernos *actualizados* en el ramo, para estar preparados al momento de enfrentar solos el problema o tener la responsabilidad de llevar a cabo dicha actividad.

Así como en la escuela, también se aplica a la vida, **no duden en preguntar**, cualquier cosa, por simple que parezca, es mejor tener las cosas claras que dejar “lagunas” en las que luego nos ahogamos solos.

Ábranse a cualquier posibilidad de aprender nuevas cosas, incluso si parecen ya conocidas pero están dentro de un entorno totalmente nuevo (hablemos de otro país o trabajando con gente que no hable español) y les aseguro que la experiencia que adquirirán será muy satisfactoria y les abrirá un campo de visión hacia la vida mucho más completo del que tenían en un inicio.

¡Hay que crecer!, pero en todos los aspectos, dejar huella de quiénes somos y de lo que hacemos, que la gente nos conozca por nuestro lado Profesional y de Responsabilidad, pero también, por la Gran Calidad de Ser Humano que podemos llegar a ser, que cuando nos vean en la calle digan: “...ahí va el Ingeniero tal, que buena Persona y Profesional es...”

Y, al final, habremos logrado la meta... La integración del nuevo sitio celular GSM con una calidez y calidad con nuestro nombre, el de un *Puma* de la UNAM, que por nuestra Raza hable nuestro Espíritu.

Glosario de términos

3G: Tecnología de tercera generación formada por los sistemas UMTS/WCDMA.

AMPS: Advanced Mobile Phone System – Sistema de Telefonía Móvil Avanzada.

ANSI: American National Standards Institute – Instituto Nacional de Normalización Americano.

Carrier: Término utilizado para denotar a las empresas proveedoras del servicio celular.

CDMA: Code Division Multiple Access – Acceso Múltiple por División de Código.

Combinador: Elemento que se utiliza para combinar señales, en este caso la de transmisión y recepción de las frecuencias en GSM para la transmisión de la voz con el fin de reducir el número de cables en la instalación.

D-AMPS: Digital Advanced Mobile Phone System – Sistema de Telefonía Móvil Avanzada Digital.

dBm: Nivel de potencia en decibelios en relación a un nivel de referencia de 1 mW.

Drive test: En Radiofrecuencia, en telefonía celular, es la actividad relacionada con la Recopilación de los datos de señal medida y grabada con el equipo de medición necesario para dicho sistema. Se utiliza un automóvil en los recorridos, de ahí el nombre de “Drive test”.

Empresa de “Outsourcing”: Empresa de “recursos foráneos”, utilizada por las empresas grandes para realizar proyectos pequeños, para no contratar más gente y utilizar el personal de estas empresas.

FDMA: Frequency Division Multiple Access – Acceso Múltiple por División de Frecuencia.

Feeder: Alimentador – Cable de alimentación utilizado en la instalación de equipo celular que va de la Radiobase a las antenas, por lo general se interconectan utilizando jumpers, entre el equipo y el feeder y entre el feeder y las antenas.

GPS: Global Position System – Sistema de Posicionamiento Global.

GSM: Global System for Mobile Communications – Sistema Global para Comunicaciones Móviles.

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers – Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

Jumper: Puente – Cable de interconexión entre el feeder y el equipo celular y entre el feeder y las antenas.

MC: Micro Celda – Radiobase de un sector, de menor capacidad, utilizada para cubrir sitios pequeños como interiores o cruces de calles y avenidas, especialmente para incrementar el soporte de tráfico celular en dichos puntos.

Mejor Servidor: Celda servidora de una zona o lugar en particular, donde solo ésta tiene el mayor nivel de señal y las condiciones óptimas para brindar el mejor servicio a los usuarios de telefonía celular.

mW (milliwatt): Una potencia de una milésima parte de un watt.

PCS: Personal Communication Service – Servicio de Comunicación Personal.

PDA: Personal Digital Assistant – Asistente Digital Personal.

RBS: Radio Base System – Sistema de Radio base.

SAP: Systeme, Anwendungen und Produkte – Sistemas, Aplicaciones y Productos.

Sistema de Telefonía Celular: Un sistema de telefonía móvil donde las bandas de frecuencia (canales) se pueden reutilizar por medio de la división en "celdas" hexagonales de una región determinada. En cada celda hay una estación base. Un usuario dentro de una celda se comunica con la estación base de esa celda, o de una adyacente, dependiendo de la potencia de la señal recibida. Si el usuario se mueve entre celdas, la conexión con la red se mantiene pasando el control del móvil de una estación base a otra, por ejemplo a base de cambiar el canal de radiofrecuencia usado.

TDMA: Time Division Multiple Access – Acceso Múltiple por División de Tiempo.

Transceptor: Dispositivo que puede recibir y transmitir señales.

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System – Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles.

WCDMA: Wideband Code Division Multiple Acces – Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha.

Bibliografía

Libros y referencias bibliográficas

- 1.- CINTEL. Santa Fe de Bogotá
"Sistemas de Comunicación Personal y Tecnologías Digitales Inalámbricas"
Septiembre de 1996
- 2.- Eugenio Rey
"Comunicaciones móviles"
Marcombo, 1998.
- 3.- Evans and K. Baughan
"Vision of 4G, by B.G."
- 4.- Evelio Martinez
"La evolución de la telefonía Móvil"
Revista RED.
- 5.- Garg, Vijay K., Wilkes, Joseph E.
"Wireless and Personal Communications Systems".
Prentice Hall, 1996.
- 6.- Gibson, Stephen W.
"Cellular Mobile Radiotelephones System".
Prentice Hall, 1987
- 7.- IEEE Comunicaciones. "Servicios de Comunicaciones Personales"
Vol.34 No. 3, 9,12. 1996
- 8.- Luis Alfonso Rodriguez V.
"Curso Práctico de electrónica digital" Tomo 3 Tecnología aplicada.
1ra edición. Buenos Aires, Argentina 1999
- 9.- Malcolm W. Oliphant
"The mobile phone meets the internet"
IFR Americans.
- 10.- MPT Yasushi Yamao and Nobuo Nakajima,
"NTT Mobile Communications Network, Inc."
- 11.- Reyes S. Daniel, Guillermo Salinas González.
"Diseño de radiofrecuencia de una red de servicios de comunicación personal"
México, Mayo del 2000.
- 12.- Shingo Ohmori
"The Future Generations of Mobile Communications Based on Broadband Access
Technologies"
Communications Research Laboratory

Sitios Web

- 1.- http://telecom.fi-b.unam.mx/Telefonia/Telefonia_Celular2.htm#l.%20Antecedentes
- 2.- <http://www.3gpp.org>
- 3.- <http://www.cft.gob.mx>
- 4.- <http://www.etsi.org>
- 5.- http://www.eveliux.com/articulos/abc_telcel01.html
- 6.- <http://www.gsmonline.com>
- 7.- <http://www.guiaroji.com.mx>
- 8.- <http://www.gprsworld.com>
- 9.- <http://www.gsmworld.com>
- 10.- <http://www.itu.int>
- 11.- <http://www.ericsson.com>
- 12.- <http://www.nokia.com>
- 13.- <http://www.nttdocomo.net>
- 14.- <http://www.spectrum.ieee.org>
- 15.- <http://www.umts-forum.org>
- 16.- <http://www.telefonos-moviles.com>
- 17.- <http://www.uwcc.org>
- 18.- <http://www.wirelessdata.org>

CAPITULO 5 Participación Profesional

Hasta el momento he trabajado en redes celulares GSM dentro de las bandas de 850, 1800 y 1900 MHz, contribuyendo en todas las áreas que involucran la operación de este sistema, Planeación y Diseño, Integración e implementación y optimización del sistema celular.

Mis inicios dentro del sistema GSM se dieron en la empresa Radiomóvil DIPSA, S.A. de C.V., mejor conocida como TELCEL, que ahora conforma la empresa líder en toda Centroamérica, pues tiene el mayor número de abonados que en sus empresas competidoras en el ramo. Aquí estuve prestando mis servicios desde Febrero del 2000 hasta Agosto del 2004, dentro de la Gerencia de Radiofrecuencia de la Región 9 (D.F., Estado de México, Estado de Hidalgo y Estado de Morelos), desarrollándome en las áreas de Planeación de Radiofrecuencia, Ingeniería de sitios celulares, y Optimización de Radiofrecuencia. El equipo utilizado con el que yo aprendí la tecnología GSM fue de la marca Ericsson.

Mi segunda parada, motivado por el ímpetu y las ganas de aprender y conocer nuevas costumbres, fue en nuestro país hermano Guatemala, y en esta ocasión tuve la fortuna de trabajar directamente con el proveedor del equipo GSM, nuevamente Ericsson, aprendiendo directamente de los expertos en esta marca de equipos, como Consultor, dentro del área de Radiofrecuencia, específicamente en la parte de Optimización de la red celular. Aquí laboreé de Agosto del 2004 a Agosto del 2005.

Mi tercera parada fue también en Ericsson pero ahora en Costa Rica, Centroamérica, en los inicios de una nueva red GSM, integrando y optimizando coberturas al mismo tiempo incluso, dentro de un tiempo récord y a completa satisfacción del cliente. Aquí estuve trabajando también como Consultor en un mismo departamento encargado de las tres áreas, planeación, integración y optimización, de Agosto del 2005 a Marzo del 2006.

Mi cuarta parada como Consultor con Ericsson fue en Puerto Rico, Caribe, en un periodo corto, de Abril del 2006 a Mayo del mismo año, en el cual teníamos que recomendar al cliente (Cingular, empresa de telecomunicaciones líder en Estados Unidos) las acciones de optimización inmediatas para un mejor desempeño entre sus redes GSM 850 y 1900MHz, las cuales interactuaban para brindar el servicio celular al mismo tiempo que les actualizaban el software, desde nivel de Radiobase hasta nivel de Central. De verdad que este fue un reto muy satisfactorio, pues el periodo de respuesta fue micro y el cliente era muy exigente, y aun así, ¡salimos avante!

Mi quinta parada (hasta el momento) fue con NORTEL en Trinidad y Tobago, Caribe, dentro de TSTT (Telecommunications Services of Trinidad and Tobago), trabajando con las redes GSM 850 y 1800 MHz, una independiente de la otra, integrando nuevos sitios para la red de 850 MHz y realizando trabajos de optimización en la red de 1800 MHz. Este trabajo de Consultor duro de Julio del 2006 a Julio del 2007.