

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



AMPLIACION DE CAPACIDAD DE REDES CELULARES GSM
EN LA CIUDAD DE LIMA

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR:
RICHARD ARNULFO SANTILLAN ALEJOS

PROMOCIÓN
2005 – I
LIMA - PERU
2010

**AMPLIACION DE CAPACIDAD DE REDES CELULARES GSM
EN LA CIUDAD DE LIMA**

Quiero dedicarles este trabajo a mis padres, a mi hermana Sandra, a HIJO que siempre nos protege e ilumina, a Chibolita y a mi chochera Diogo.

SUMARIO

El presente informe describe la ejecución de la ampliación de capacidad de la red celular, en cada una de las estaciones base celular a nivel de hardware y software, así como también el dimensionamiento de los TRXs a implementar, E1s (medio de transmisión), sistema radiante (feeders, antenas), etc.

El área de planning de red es la encargada de analizar los KPIs (Indicadores Claves de Desempeño) y a su vez realizar una propuesta de configuración final a MOVISTAR de cada una de las Estaciones Base Transceptoras (BTSs), con lo anterior se procede a realizar la planificación de las ampliaciones de capacidad por cada una de las Estaciones Base Transceptoras (BTSs) ya que cada configuración es independiente del tráfico que cursa y por lo tanto las necesidades no son las mismas (cantidad de TRXs, capacidad de E1s (medio de transmisión), capacidad de energía, sistema radiante, etc.), y se realiza una lista de prioridades de todas las Estaciones Base Transceptoras (BTSs) a ampliar.

El objetivo es brindar un mejor servicio al usuario de telefonía celular, cuyo crecimiento aumenta en forma exponencial, logrando una mejor calidad de señal y eficiente cobertura de red, además de capacidad de tráfico.

INDICE

DEDICATORIA	IV
SUMARIO	V
INDICE	VI
CAPITULO I	
MARCO TEORICO	2
1.1 Tecnología GSM	2
1.1.1 La Estación Móvil (MS).....	3
1.1.2 El Subsistema de Estación Base (BSS).....	3
1.1.3 El Subsistema de Conmutación de Red (NSS).....	4
1.1.4 El Centro de Operaciones y Mantenimiento (OSS).....	5
1.2 Consideraciones de Tráfico en Redes Móviles	6
1.2.1 Grado de Servicio (GoS)	7
1.2.2 Calidad de Servicio.....	7
1.2.3 Modelo de Trafico Erlang B	7
1.3 Consideraciones de Cobertura de Señal	9
1.3.1 Celda o Célula.....	9
1.3.2 Clúster.....	10
1.3.3 Reutilización de Frecuencias.....	11
1.3.4 Handover.....	11
CAPITULO II	
ASPECTOS RELACIONADOS CON EL CRECIMIENTO DEL MERCADO	15
2.1 Crecimiento de Población.....	15
2.2 Proyección de Demanda	24
2.3 Otras Consideraciones para mejorar la Capacidad de la Red	28
CAPITULO III	
INGENIERIA DE PROYECTO	30
3.1 Topología de Red.....	30
3.1.2 Componentes de la Red GSM.....	32
3.1.3 Módulos Principales de las Macro y Micro BTS	38
3.2 Impacto de Crecimiento de la Red en los diferentes Subsistemas del Servicio ...	36

3.3 Ampliación a Nivel de Programación y Equipamiento.....	41
CAPITULO IV	
COSTO DE PROYECTO.....	62
4.1 Costo de Equipamiento	62
4.2 Costo de Software e Ingeniería	63
ANEXO A	
Lista de Figuras.....	64
ANEXO B	
Lista de Tablas.....	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
GLOSARIO	70
BIBLIOGRAFIA	72

INTRODUCCIÓN

El crecimiento en forma exponencial de usuarios de telefonía móvil en la Red GSM de MOVISTAR en la ciudad de Lima, trajo consigo problemas de congestión y calidad de servicio debido a que los recursos de espectro radioeléctrico y de equipos no son los suficientes para brindar un servicio óptimo, como se habría dimensionado la red en un principio.

En el presente trabajo veremos el proceso de la Ampliación de la Red GSM de Movistar desde el punto de vista de la Implementación de hardware y software en las Estaciones Base Celulares (EBCs), es decir la ampliación de capacidad de manera directa en las Estaciones Base Transceptoras (BTSs), y todo lo que conlleva el proceso de ampliación. La red trabaja en las bandas de 850 y 1900.

La ampliación de capacidad en la Red GSM SIEMENS de MOVISTAR de cada una de las Estaciones Base Transceptoras (BTSs) es definida de acuerdo a ciertos parámetros llamados Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) los cuales reflejan el estado de la red en un determinado instante, y con ayuda de ellos poder determinar la capacidad final de tráfico ofrecido que deberán tener cada una de las Estaciones Base Transceptoras (BTSs).

El área de planning de red es la encargada de analizar los KPIs y a su vez realizar una propuesta de configuración final a MOVISTAR de cada una de las Estaciones Base Transceptoras (BTSs), con lo anterior se procede a realizar la planificación de las ampliaciones de capacidad por cada una de las Estaciones Base Transceptoras (BTSs) ya que cada configuración es independiente del tráfico que cursa y por lo tanto las necesidades no son las mismas (cantidad de TRXs, capacidad de E1s, capacidad de energía, sistema radiante, etc.), y se realiza una lista de prioridades de todas las Estaciones Base Transceptoras (BTSs) a ampliar.

La cual es presentada a Movistar quien finalmente aprueba la planificación, esta depende del presupuesto o capacidad adquisitiva que se tenga en el momento.

CAPITULO I MARCO TEORICO

1.1 Tecnología GSM

GSM es una tecnología de comunicaciones móviles diseñada para servicios de voz y datos, que usa una arquitectura específica de red sobre la cual soporta técnicas y protocolos especificados desde el terminal usuario hasta la central de conmutación y nodos de interface a otras redes y servicios.

La arquitectura, técnicas y protocolos del GSM son definidos por ETSI y 3GPP.

La arquitectura de la una red GSM es la siguiente:

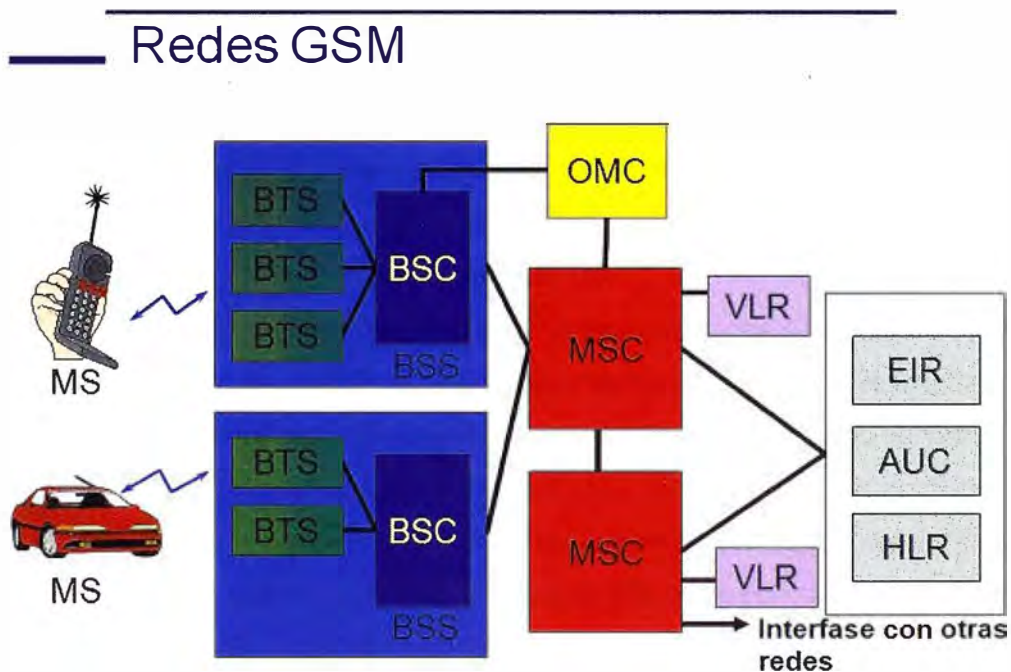


Figura 1.1. La Arquitectura del Sistema GSM.

El sistema GSM se diseñó bajo las siguientes premisas:

- Podrían haber varios operadores de red GSM en un mismo país. Esto permitiría la competencia en tarifas y provisión de servicios.
- GSM debería ser un sistema abierto, significa que debería poseer interfaces bien definidas entre las partes del sistema. Esto permite que el equipamiento de

diferentes fabricantes coexistir y mejorar los costos de infraestructura del sistema para el operador.

- Las redes GSM deberían ser construidas sin causar cambios mayores a las redes fijas ya existentes (PSTN).

1.1.1 La Estación Móvil (MS)

La estación móvil representa normalmente la única parte del sistema completo que el usuario ve. Existen estaciones móviles de muchos tipos como las montadas en coche, y los equipos portátiles, pero quizás las más desarrolladas sean los terminales de mano.

Una estación móvil además de permitir el acceso a la red a través de la interfaz de radio con funciones de procesamiento de señales y de radio frecuencia, debe ofrecer también una interfaz al usuario humano (un micrófono, altavoz, display y tarjeta, para la gestión de las llamadas de voz), y/o una interfaz para otro tipo de equipos (ordenador personal, o máquina facsímil o fax).

Otra parte dentro de la estación móvil es el Módulo de Identificación del Abonado ("Subscriber Identity Module" ó SIM), que es un nombre muy restrictivo para las diversas funciones que este permite. El SIM es básicamente una tarjeta, que sigue las normas ISO que contiene toda la información relacionada con el abonado almacenada en la parte del usuario de la interfaz de radio. Sus funciones, además de la capacidad de almacenar información, están relacionadas con el área de la confidencialidad.

1.1.2 El Subsistema de la Estación Base (BSS)

El BSS agrupa la maquinaria de infraestructuras específicas a los aspectos celulares de GSM. El BSS está en contacto directo con las estaciones móviles a través de la interfaz de radio. Por lo tanto, incluye las máquinas encargadas de la transmisión y recepción de radio, y de su gestión. Por otro lado, el BSS está en contacto con los conmutadores del NSS. La misión del BSS se puede resumir en conectar la estación móvil y el NSS, y por lo tanto, conecta al usuario del móvil con otros usuarios. El BSS tiene que ser controlado, y por tanto debe estar en contacto con el OSS.

De acuerdo con la estructura canónica de GSM, el BSS incluye dos tipos de máquinas: el BTS ("Base Transceiver Station" ó Transceptor de la Estación Base), en contacto con las estaciones móviles a través de la interfaz de radio, el BSC ("Base Station Controller" ó Controlador de la Estación Base), en contacto con los conmutadores del NSS.

Un BTS lleva los dispositivos de transmisión y recepción por radio, incluyendo las antenas, y también todo el procesamiento de señales específico a la interfaz de radio, y que se verá con posterioridad. Los BTSs se pueden considerar como complejos módems de radio, con otras pequeñas funciones. Un BTS típico de la primera

generación consistía en unos pequeños armarios (de 2 m de alto y 80 cm de ancho) conteniendo todos los dispositivos electrónicos para las funciones de transmisión y recepción. Las antenas tienen generalmente unas pocas decenas de metros, y los armarios se conectan a ellas por unos cables de conexión. Un BTS de este tipo era capaz de mantener simultáneamente 3 ó 5 portadoras de radio, permitiendo entre 20 y 40 comunicaciones simultáneas. Actualmente el volumen de los BTS se ha reducido mucho, esperándose un gran avance en este campo dentro de GSM.

Un componente importante del BSS, que está considerado en la arquitectura canónica de GSM como que forma parte del BTS, es la TRAU (Unidad Transcoder y Adaptadora de Velocidad). La TRAU es el equipo en el cual se lleva a cabo la codificación y decodificación de la voz (fuente), así como la adaptación de velocidades en el caso de los datos.

El segundo componente del BSS es el BSC. Está encargado de toda la gestión de la interfaz de radio a través de comandos remotos sobre el BTS y la MS, principalmente, la gestión de la localización de los canales de tráfico y de la gestión del "handover". El BSC está conectado por un lado a varios BTSs y por otro al NSS (más específicamente a un MSC).

Un BSC es en definitiva un pequeño conmutador con una gran capacidad de cómputo. Sus funciones principales, como ya hemos dicho son la gestión de los canales de radio y de los handovers. Un BSC típico consiste en uno o dos armarios, y puede gestionar hasta algunas decenas de BTSs, dependiendo de su capacidad de tráfico.

El concepto de la interfaz entre el BSC y el MSC (NSS) se le conoce como interfaz A, y se introdujo al principio de la elaboración del Estándar GSM. Solamente después se decidió estandarizar también la interfaz entre el BTS y el BSC, y se le llamó interfaz Abis, sin tener nada que ver con la interfaz A.

1.1.3 El Subsistema de Conmutación de Red (NSS)

El NSS incluye las principales funciones de conmutación en GSM, así como las bases de datos necesarias para los datos de los abonados y para la gestión de la movilidad. La función principal del NSS es gestionar las comunicaciones entre los usuarios GSM y los usuarios de otras redes de telecomunicaciones. Dentro del NSS, las funciones básicas de conmutación están realizadas por el MSC (Centro de Conmutación de servicios Móviles), cuya función principal es coordinar el establecimiento de llamadas hacia y desde los usuarios GSM. El MSC tiene interfaces con el BSS por un lado (a través del cual está en contacto con los usuarios GSM), y con redes externas por el otro. La interfaz con las redes externas requiere un

"gateway" para la adaptación (Funciones de "Interworking"), cuya función es más o menos importante dependiendo del tipo de datos y de la red a la que se accede.

El NSS también necesita conectarse a las redes externas para hacer uso de su capacidad de transportar datos o señalización entre entidades GSM. En particular el NSS hace uso de un tipo de señalización parcialmente externo a GSM, que sigue el sistema de señalización del CCITT nº 7 (que usualmente se conoce como la red SS7); esta red de señalización habilita el trabajo interactivo entre máquinas del NSS dentro de una o varias redes GSM.

Como parte del equipo, un MSC controla unos cuantos BSCs y es normalmente bastante grande. Un MSC típico de hace unos 5 años era capaz de cubrir una capital mediana y sus alrededores, totalizando una cobertura de cerca de 1 millón de habitantes. Un MSC incluye cerca de media docena de armarios de conmutación.

Además de los MSCs, el NSS incluye las bases de datos. La información del abonado relativa al suministro de los servicios de telecomunicación está situada en el Registro de Posiciones Base ("Home Location Register" ó HLR), independientemente de la posición actual del abonado. El HLR también incluye alguna información relacionada con la posición actual del abonado. Como una máquina física, un HLR es típicamente una computadora independiente, sin capacidades de conmutación, y capaz de manejar a cientos o miles de abonados. Una subdivisión funcional del HLR es el Centro de Autenticación ("Authentication Center" ó AuC, cuya función se limita a la gestión de la seguridad de los datos de los abonados.

La segunda función de bases de datos identificada en GSM es el VLR (Registro de Posiciones Visitado), asociado a uno o más MSCs, y encargado del almacenamiento temporal de los datos para aquellos abonados situados en el área de servicio del correspondiente MSC, así como de mantener los datos de su posición de una forma más precisa que el MSC.

Pero el NSS contiene más elementos que los MSCs, VLRs y HLRs. Para establecer una llamada hacia un usuario GSM, la llamada es primero encaminada a un conmutador-gateway llamado GMSC, sin ningún conocimiento de dónde está el abonado. Los GMSCs están encargados de buscar la información sobre la posición y encaminar la llamada hacia el MSC a través del cual el usuario obtiene servicio en ese instante.

1.1.4 El Centro de Operaciones y Mantenimiento (OSS)

Centro de Operación y Mantenimiento **OMC**, es un sistema administrador que supervisa los bloques funcionales GSM. El OMC asiste al operador de la red en mantener satisfactoriamente la operación de la red. Redundancia de Hardware y mecanismos de detección de errores inteligentes ayudan a prevenir momentos de

caída de la red. El OMC es responsable por controlar y mantener al MSC, BSC y BTS. Puede estar a cargo del total de la PLMN (Public Land Mobile Network) o solo de ciertas partes de ella.

1.2 Consideraciones de Tráfico en Redes Móviles

El objetivo es diseñar sistemas con un costo mínimo y con una capacidad tal que cumplan con un grado de servicio predefinido y satisfagan la demanda del tráfico futuro.

El alto tráfico contenido en las redes móviles ocasiona el deterioro en la calidad de la comunicación, puesto que la red se hace incapaz para atender las necesidades de usuarios en los momentos en que estos lo necesiten, dando como resultado la insatisfacción de los clientes finales en el servicio recibido.

La importancia de realizar estudios de esta naturaleza, radica en la necesidad de buscar soluciones orientadas a disminuir el congestionamiento y posterior colapso de las redes móviles, permitiendo observar el comportamiento variable del tráfico identificando además aquellos elementos donde sea necesario dedicar más recursos y asegurar la mayor fluidez posible en la transmisión y comunicación.

Se han presentado problemas relacionados directamente con el aumento de tráfico gracias a la venta masiva de equipos terminales, la incorporación de nuevos servicios y la optimización de los sistemas ya existentes, originando baja calidad en el sistema y el colapso de la red.

En el momento de planificar una red se debe de realizar una caracterización del tráfico, para de esta manera establecer la carga esperada y cumplir así mismo las necesidades de comunicación en los usuarios.

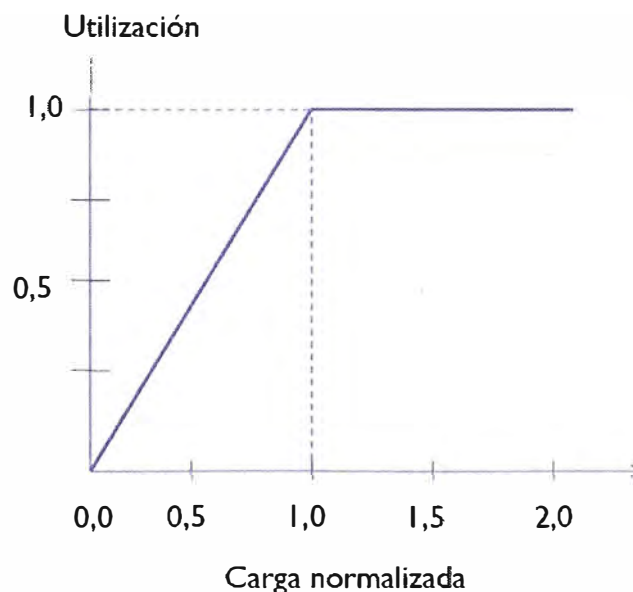


Figura 1.2. Congestión en una Red Celular.

El grado de utilización (Throughput), es el número de llamadas atendidas. Antes de la congestión, la red tiene un rendimiento lineal, es decir, toda llamada es atendida. Durante la congestión, el total de bases celulares están trabajando al máximo y no puede atender más de su máxima capacidad.

1.2.1 Grado de Servicio (GoS)

Está definido en la recomendación ITU-T E.600. Es el número de variables de ingeniería de tráfico que proveen una medida de la adecuación de un grupo de recursos a unas condiciones específicas. Estas variables de GoS podrían ser probabilidades de pérdidas, retardo en el tono de marcación, etc.

El termino grado de servicio define la proporción de las llamadas que se permiten fallar durante la hora de mayor ocupación debido a la limitación de los equipos de conmutación.

$$\text{Grado de Servicio} = (\text{Nro. Llamadas perdidas}) / (\text{Nro. Total Llamadas Ofrecidas})$$

1.2.2 Calidad de Servicio (QoS)

Está definido en la recomendación ITU-T E.800. Es el efecto colectivo del rendimiento del servicio, que determina el grado de satisfacción de un usuario del servicio. Este posee un conjunto de parámetros pertinentes al rendimiento de tráfico de la red.

Una mejor QoS trae:

- Un mejor servicio a los usuarios y por tanto los atrae.
- Requiere mayor costos de recursos y operación de los mismos.
- La decisión del nivel de QoS es influenciada también por aspectos políticos que no dependen del operador necesariamente.

La QoS se debe tener en cuenta durante la planeación de la red.

El tráfico en las redes móviles se refiere al acumulado de todas las solicitudes de los usuarios que la red está atendiendo. En lo que respecta a la red se refiere, las solicitudes de servicio arriban aleatoriamente y usualmente requiere tiempos de servicio impredecible. El primer paso del análisis de tráfico es la caracterización de los arribos de tráfico y tiempos de servicio en un marco probabilístico. A partir de lo cual la red pueda ser evaluada en términos de cuanto tráfico transporta bajo cargas normales o promedio y con qué frecuencia el volumen de tráfico excede la capacidad de la red.

1.2.3 Modelos de Tráfico Erlang B

El modelo Erlang, se utiliza para determinar el número de circuitos basados en la carga de tráfico en la hora más ocupada. En este modelo de tráfico aleatorio, existen pérdidas de cola de espera y las llamadas pueden ser enviadas a otras rutas.

n	Probabilidad de pérdida (E)										n
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	
1	.00705	.00806	.00908	.01010	.02041	.03093	.05263	.11111	.25000	.66667	1
2	.12600	.13531	.14416	.15259	.22347	.28155	.38131	.59543	1.0000	2.0000	2
3	.39664	.41757	.43711	.45549	.60221	.71513	.89940	1.3708	1.9299	3.4798	3
4	.77729	.81029	.84085	.86942	1.0923	1.2589	1.5246	2.0454	2.9452	5.0210	4
5	1.2362	1.2810	1.3223	1.3608	1.6571	1.8752	2.2185	2.8811	4.0104	6.5955	5
6	1.7531	1.8093	1.8610	1.9090	2.2759	2.5431	2.9603	3.7584	5.1086	8.1907	6
7	2.3149	2.3820	2.4437	2.5009	2.9354	3.2497	3.7378	4.6662	6.2302	9.7998	7
8	2.9125	2.9901	3.0615	3.1276	3.6271	3.9845	4.5430	5.5971	7.3692	11.419	8
9	3.5395	3.6274	3.7080	3.7825	4.3447	4.7479	5.3701	6.5464	8.5217	13.045	9
10	4.1911	4.2889	4.3784	4.4612	5.0840	5.5294	6.2157	7.5106	9.6850	14.677	10
11	4.8637	4.9709	5.0691	5.1599	5.8415	6.3280	7.0764	8.4871	10.857	16.314	11
12	5.5543	5.6708	5.7774	5.8760	6.6147	7.1410	7.9501	9.4740	12.036	17.954	12
13	6.2607	6.3863	6.5011	6.6072	7.4015	7.9667	8.8349	10.470	13.222	19.598	13
14	6.9811	7.1155	7.2382	7.3517	8.2003	8.8035	9.7295	11.473	14.413	21.243	14
15	7.7139	7.8568	7.9874	8.1080	9.0086	9.6500	10.633	12.484	15.608	22.891	15
16	8.4579	8.6091	8.7474	8.8750	9.8284	10.505	11.544	13.500	16.807	24.541	16
17	9.2119	9.3714	9.5171	9.6516	10.656	11.368	12.461	14.522	18.010	26.192	17
18	9.9751	10.143	10.296	10.437	11.491	12.238	13.385	15.548	19.216	27.844	18
19	10.747	10.923	11.082	11.230	12.333	13.115	14.315	16.579	20.424	29.498	19
20	11.526	11.709	11.876	12.031	13.182	13.997	15.249	17.613	21.635	31.152	20
21	12.312	12.503	12.677	12.838	14.036	14.885	16.189	18.651	22.848	32.808	21
22	13.105	13.303	13.484	13.651	14.886	15.778	17.131	19.692	24.064	34.464	22
23	13.904	14.110	14.297	14.470	15.761	16.675	18.080	20.737	25.281	36.121	23
24	14.709	14.923	15.116	15.295	16.631	17.577	19.031	21.784	26.499	37.779	24
25	15.519	15.739	15.939	16.125	17.505	18.483	19.985	22.833	27.720	39.437	25
26	16.334	16.561	16.768	16.959	18.383	19.392	20.943	23.885	28.941	41.096	26
27	17.153	17.387	17.601	17.797	19.265	20.305	21.904	24.939	30.164	42.755	27
28	17.977	18.218	18.438	18.640	20.150	21.221	22.867	25.995	31.388	44.414	28
29	18.805	19.053	19.279	19.487	21.039	22.140	23.833	27.053	32.614	46.074	29
30	19.637	19.891	20.123	20.337	21.932	23.062	24.802	28.113	33.840	47.735	30
31	20.473	20.734	20.972	21.191	22.827	23.987	25.773	29.174	35.067	49.395	31
32	21.312	21.580	21.823	22.048	23.725	24.914	26.746	30.237	36.295	51.056	32
33	22.155	22.429	22.678	22.909	24.626	25.844	27.721	31.301	37.524	52.718	33
34	23.001	23.281	23.536	23.772	25.529	26.776	28.698	32.367	38.754	54.379	34
35	23.849	24.136	24.397	24.638	26.435	27.711	29.677	33.434	39.985	56.041	35
36	24.701	24.994	25.261	25.507	27.343	28.647	30.657	34.503	41.216	57.703	36
37	25.556	25.854	26.127	26.378	28.254	29.585	31.640	35.572	42.448	59.365	37
38	26.413	26.718	26.996	27.252	29.166	30.526	32.624	36.643	43.680	61.028	38
39	27.272	27.583	27.867	28.129	30.081	31.468	33.609	37.715	44.913	62.690	39
40	28.134	28.451	28.741	29.007	30.997	32.412	34.596	38.787	46.147	64.353	40
41	28.999	29.322	29.616	29.888	31.916	33.357	35.584	39.861	47.381	66.016	41
42	29.866	30.194	30.494	30.771	32.836	34.305	36.574	40.936	48.616	67.679	42
43	30.734	31.069	31.374	31.656	33.758	35.253	37.565	42.011	49.851	69.342	43
44	31.605	31.946	32.256	32.543	34.682	36.203	38.557	43.088	51.086	71.006	44
45	32.478	32.824	33.140	33.432	35.607	37.155	39.550	44.165	52.322	72.669	45
46	33.353	33.705	34.026	34.322	36.534	38.108	40.545	45.243	53.559	74.333	46
47	34.230	34.587	34.913	35.215	37.462	39.062	41.540	46.322	54.796	75.997	47
48	35.108	35.471	35.803	36.109	38.392	40.018	42.537	47.401	56.033	77.660	48
49	35.988	36.357	36.694	37.004	39.323	40.975	43.534	48.481	57.270	79.324	49
50	36.870	37.245	37.586	37.901	40.255	41.933	44.533	49.562	58.508	80.988	50
51	37.754	38.134	38.480	38.800	41.189	42.892	45.533	50.644	59.746	82.652	51
n	Probabilidad de pérdida (E)										n
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	

Figura 1.3 Extracto de Tabla Erlang B

El tráfico se origina en un número infinito de puntos, el tráfico de interés se mantiene constante o en el mismo valor promedio. No establece que exista poca o gran cantidad de llamadas.

Las llamadas perdidas son borradas asumiendo un tiempo de retención cero, es decir, no hay segundo intento de re discado. El número de troncales de servicio es

limitado. Existe completa disponibilidad, es decir que cualquier entrada libre puede alcanzar salida libre.

Trafico aleatorio, indicando al tiempo entre dos llamadas, puede variar en forma aleatoria. Este modelo es ampliamente usado por empresas u operadoras.

1.3 Consideraciones de Cobertura de Señal

La cobertura del sistema celular se refiere a las zonas geográficas en las que se va a prestar el servicio. La tecnología más apropiada es aquella que permita una máxima cobertura con un mínimo de estaciones base, manteniendo los parámetros de calidad exigidos por las necesidades de los usuarios. La tendencia en cuanto a cobertura de la red celular es permitir al usuario acceso a los servicios en cualquier lugar, ya sea local, regional, nacional e incluso mundial, lo que exige acuerdos de interconexión entre diferentes operadoras para extender el servicio a otras áreas de influencia diferentes a las áreas donde cada red ha sido diseñada. Ejemplos de servicios son: voz, MMS, navegación web, etc.

El concepto celular permite que un sistema de comunicaciones móviles pueda cubrir un área determinada con una densidad de usuarios variable, normalmente creciente, sin requerir más espectro radioeléctrico que el inicialmente asignado.

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

El concepto celular se puede resumir en dos aspectos claves: Reúso de Frecuencia y División de Celdas.

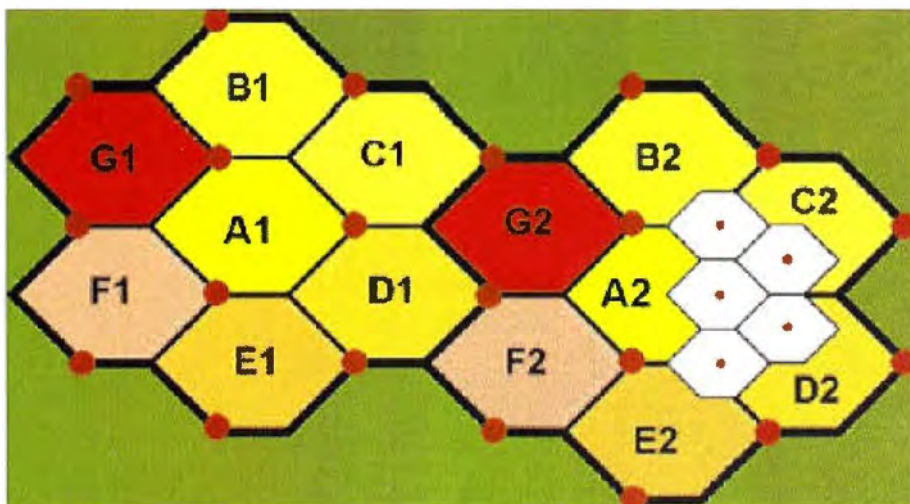


Figura 1.4 Celdas en un Sistema de Redes Celulares

1.3.1 Celda o Célula

La celda o célula es una unidad básica de cobertura en que se divide un sistema de redes celulares, una celda se define como el área que cubre un transmisor o una

colección de transmisores. El tamaño de las celdas está determinado por la potencia del transmisor y restricciones naturales y/o artificiales impuestas por el sector a cubrir.

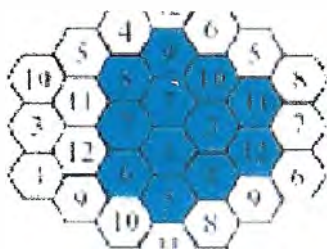
La forma de las celdas pueden ser cualquiera, pero se elige la forma hexagonal para una mejor descripción del sistema, las celdas dentro del área de cobertura se las identifica por un número llamado CGI (Cell Global Identity).

1.3.2 Clúster

El clúster está formado por un conjunto de celdas, las cuales agrupan la totalidad de frecuencias disponibles para la red celular, es decir, ningún canal puede ser reusado dentro del clúster. El uso de las frecuencias en los clusters se realiza usando patrones de re-uso de frecuencias. Debe encontrarse un equilibrio en el número de celdas del clúster para evitar la interferencia que podría ocurrir entre los clusters vecinos.

El clúster con menor número de celdas posee el mayor número de canales por celda. Por la geometría hexagonal de la grilla solo ciertos valores de N son validos, los clúster típicos agrupan 4, 7, 12 o 21 celdas.

$$N = i^2 + j^2 + i * j \quad , \text{ con } i \text{ y } j \text{ naturales}$$



N= 12 (i=2, j=2)



N= 7 (i=2, j=1)



N= 4 (i=2, j=0)

Figura 1.5 Dimensionamiento de Clúster

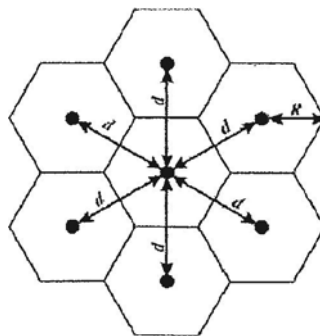


Figura 1.6 Clúster de 7 Celdas

1.3.3 Reutilización de Frecuencias

El concepto de Reutilización de Frecuencias se basa en asignar a cada celda un grupo de canales de radio de los canales disponibles, los cuales son diferentes entre celdas vecinas. El grupo de canales asignados a cada celda puede ser usado en otras celdas cuando estén separados por una distancia mínima adecuada para que sus frecuencias no se interfieran.

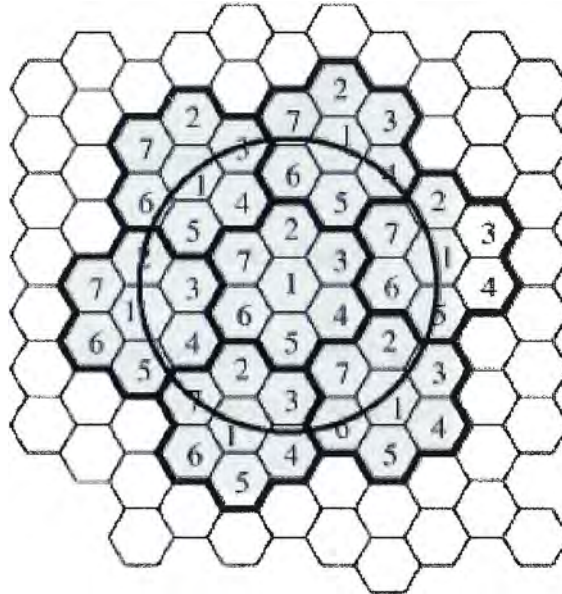


Figura 1.7 Reutilización de Frecuencias

La reutilización de frecuencias puede ocasionar interferencia entre canales que utilizan la misma frecuencia, para controlar este efecto se define la relación de re-uso de canales.

$$\frac{D}{R} = \sqrt{3 * N}$$

Donde:

- D: distancia mínima entre celdas con el mismo grupo de frecuencias.
- R: distancia desde el centro de la celda al punto extremo de la misma.
- N: numero de celdas por clúster, que depende del patrón celular.

1.3.4 Handover

Handover, handoff o traspaso es un proceso interno de la red celular que permite el cambio de conexión de una llamada de una estación a otra estación o de un canal a otro canal. Existen diferentes tipos de handovers: intra-cell, inte-r-cell, inter-BSC, inter-

System; asimismo diferentes causas que originan o 'disparan' un handover como nivel de señal, calidad de la llamada, tráfico, rapid field drop, power budget, distancia, etc.

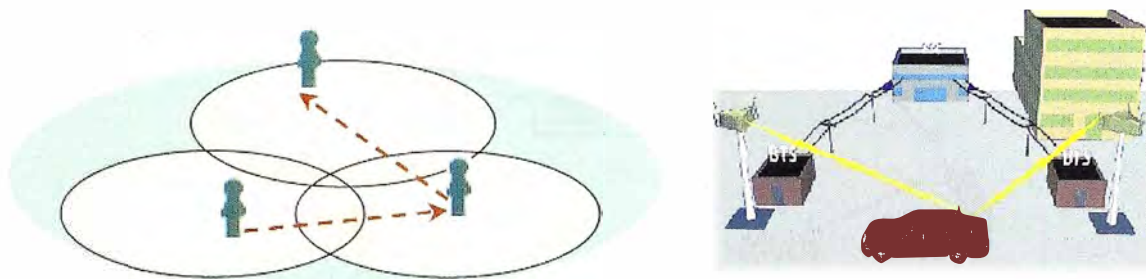


Figura 1.8 Handover

El handover es un procedimiento fundamental en el sistema celular pues permite mantener la comunicación cuando un usuario se encuentra en movilidad en la zona de cobertura de una red celular.

Luego de iniciar una llamada en una celda, un móvil puede dejarla, haciendo un handover a una nueva celda a la cual el móvil entraría. Todo esto sin interrupción del servicio.

El diseño óptimo del proceso de handover es de gran importancia en cualquier sistema celular; porque si el móvil se comunica con la celda errónea, no solamente sufrirá de mala calidad, interferencia, sino que también se incrementará el re-uso de celdas. Los móviles deben cursar sus llamadas con la celda que les ofrezca la mejor comunicación en todo momento.

Existen los siguientes tipos de handover clasificados en función de la estación base celular origen y destino.

Intra-Cell Handover

En un sistema normal, con varias redes. Sólo se realiza Intra-cell handover cuando la calidad de conexión de un canal físico (que ha sido medido por la misma BTS) está por encima del nivel deseado. De tal manera que Intra-cell handover puede realizar un cambio de slot en la misma frecuencia (TDMA), un cambio de frecuencia (FDMA) o un cambio de frecuencia y tiempo simultaneo.

Intra-BSC Handover

El Handover Intra-BSC se realiza cuando la celda destino del handover es controlada por una BTS diferente de la destino y ambas BTSs son controladas por el mismo BSC.

El MSC no interviene en este handover en cuanto al control, pero es notificado cuando el handover se ha realizado.

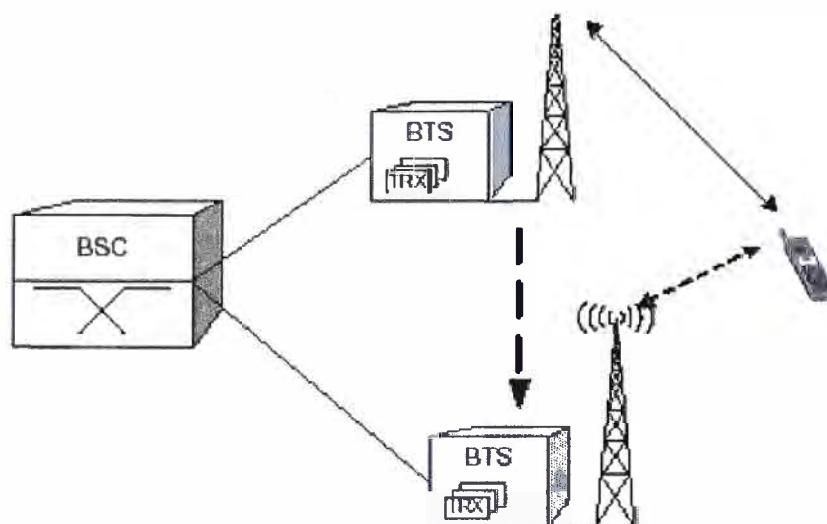


Figura 1.9 Intra-BSC Handover

Intra-MSB Handover

El handover Intra-MSB se realiza cuando se tiene la BTS origen en un MSB y la BTS destino en otro MSB. En este caso el BSC reconoce que la celda destino no está controlada por este; se requiere la asistencia del MSB. El resultado de este procedimiento podría ser un Intra-MSB o un inter MSB handover.

En el caso del handover Intra-MSB, la BTS destino está ubicada en otro BSC dentro del mismo MSB. EL BSC origen contacta al MSB al cual está conectado, luego el MSB contacta al BSC destino y se realiza la asignación de canales entre estos elementos. El móvil recibe la indicación de que accese al nuevo canal y la llamada es enrutada al nuevo BSC.

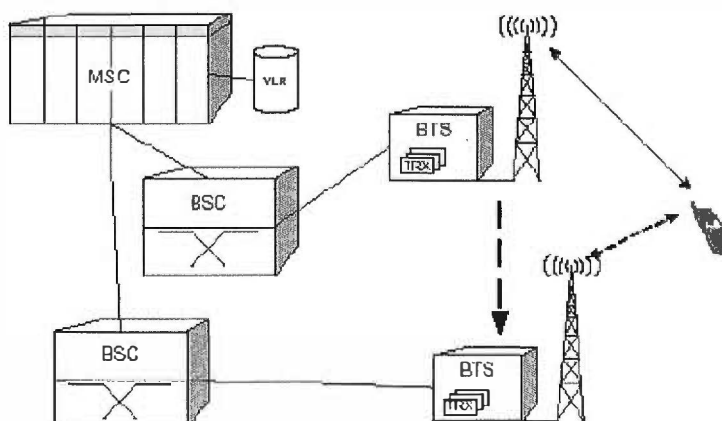


Figura 1.10 Intra-MSB Handover

Inter-MSC Handover

El handover Inter-MSC se realiza cuando la BTS destino pertenece a un MSC diferente del MSC origen.

El MSC A contacta al MSC B con un comando de handover request, con el cual el MSC B asigna recursos al interior de su dominio. Cuando los recursos con asignados dentro del MSC B y su BSC, la llamada es conmutada como en el caso del Intra-MSC.

Aun cuando el MSC B ha recibido la llamada, el MSC A mantiene el control de la llamada hasta que esta termine; la razón de esto es que el MSC A tiene la información del suscriptor y su VLR. La ubicación es actualizada cuando un LU es realizado al final de la llamada.

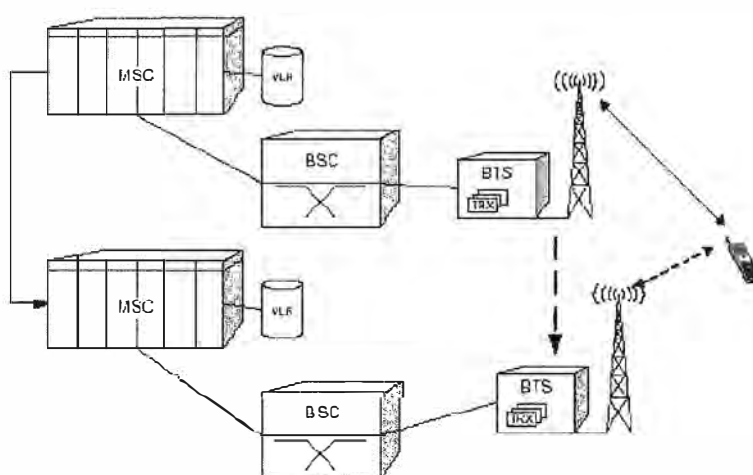


Figura 1.11 Inter-MSC Handover

CAPITULO II ASPECTOS RELACIONADOS CON EL CRECIMIENTO DEL MERCADO

2.1 Crecimiento de Población.

El crecimiento en forma exponencial de usuarios de telefonía móvil en el Peru trae consigo que las operadoras de este servicio amplíen la capacidad de sus redes en todo el país para poder brindar cada vez un mejor servicio, mejorando su cobertura y calidad de señal.

Veamos cómo ha ido creciendo la cantidad de usuarios en la ciudad de Lima y Callao en general, así como también el crecimiento de usuarios por operador a nivel nacional, de acuerdo a Osiptel:

Tabla 2.1 Cantidad de Usuarios en la Red Celular en Lima y Callao

	Lima y Callao	Otros Departamentos
2003	2,039,430	890,913
2004	2,795,351	1,297,207
2005	3,597,193	1,986,163
2006	5,203,601	3,568,878
2007	8,238,127	7,179,241
2008	10,635,989	10,315,845
Sep-09	11,488,563	11,991,884
Total Usuarios Sep 2009	23,480,447	

Como podemos apreciar la mayor cantidad de usuarios de Telefonía Móvil se concentra en la ciudad de Lima y Callao y su crecimiento de cada año es considerable, ya que las Redes Celulares al inicio de cada año no se encuentran preparadas para soportar el trafico total que generarían la cantidad de usuarios finales de cada año, es por tal razón que periódicamente se requiere realizar una Ampliación de Capacidad a dichas redes en base a análisis de los Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) los cuales reflejan el estado de la red en un determinado instante y la verificación del comportamiento de trafico a través del tiempo, para poder así evitar el congestionamiento y posterior colapso de las Redes Celulares.

Tabla 2.2 Cantidad de Usuarios en la Red Celular por Operadora a Nivel Nacional

	Telefónica Móviles	Comunicaciones Móviles	Nextel	Claro/TIM
1994	30,000	22,000	N.A	N.A
1995	43,397	32,000	N.A	N.A
1996	130,895	71,000	N.A	N.A
1997	319,706	116,000	N.A	N.A
1998	504,995	230,796	503	N.A
1999	712,117	314,107	19,486	N.A
2000	898,173	373,091	68,403	N.A
2001	1,087,152	430,282	110,248	165,602
2002	1,239,056	550,162	129,780	387,945
2003	1,506,637	650,617	146,971	626,118
2004	2,124,776	680,493	184,895	1,102,394
2005	3,383,835	N.A	249,475	1,950,046
2006	5,058,497	N.A	345,354	3,368,628
2007	9,436,371	N.A	472,809	5,508,188
2008	13,114,150	N.A	659,879	7,177,805
Sep-09	14,852,365	N.A	784,862	7,843,220
Total Usuarios Sep 2009	23,480,447			

La cantidad de Estaciones Base que tiene la Red GSM de Movistar antes de la Ampliación de Capacidad es de 397 entre Macro y Micro BTSs, la cuales están distribuidas entre 22 Controladores de Estaciones Base (BSC). La lista de Estaciones Base es la siguiente:

Tabla 2.3 Estaciones Base de la Red GSM de Movistar

SITE CODE	SITE NAME	BSC	SITE CODE	SITE NAME	BSC
LI001	AEROLAP	BSC03SLV	LI203	REYNOSO	BSC03SLV
LI002	AEROCARGA	BSC03SLV	LI204	RICHARDSON	BSC06SMA
LI003	AERO_OVALO	BSC03SLV	LI205	RIMAC	BSC06SLV
LI004	SAUCES	BSC10SMA	LI206	J_PRADO	BSC02SLV
LI005	SAN_FELIPE	BSC07SMA	LI207	ROSALES	BSC05SMA
LI006	ANCON	BSC05SLV	LI208	CANAVAL	BSC04SMA
LI007	JULIANA	BSC01SMI	LI209	IQUITOS	BSC07SLV
LI008	BEATRIZ	BSC07SLV	LI210	LA_VIRGEN	BSC11SMA
LI009	DANSEY	BSC03SMA	LI211	ARTES	BSC02SLV
LI010	ARRIOLA	BSC02SLV	LI212	HILARION	BSC01SMA
LI011	ASIA	BSC11SMA	LI213	SAN_ISIDRO	BSC04SMA
LI012	AURORA	BSC01SMI	LI214	CAMINO_REAL	BSC04SMA
LI013	INGENIERIA	BSC03SMA	LI215	VENEZUELA	BSC07SMA
LI014	BARRANCA	BSC02SMA	LI216	GUZMAN	BSC06SMA
LI015	COLINA	BSC06SMA	LI217	COVIDA	BSC01SLV
LI016	B_ALTOS	BSC06SLV	LI218	ESCARDO	BSC07SMA
LI017	CHACARILLA	BSC02SLV	LI219	SAN_PABLO	BSC08SLV
LI018	BEGONIAS	BSC04SMA	LI220	SAN_RAFAEL	BSC03SMA
LI020	BELLAUNION	BSC03SMA	LI221	SAN_MIGUEL	BSC07SMA

LI021	BERTOLOTTO	BSC07SMA	LI222	STA_ANITA	BSC10SMA
LI022	NAVAL	BSC02SLV	LI223	CATALINA	BSC07SLV
LI023	PENTAGONITO	BSC02SLV	LI224	SANTA CLARA	BSC10SLV
LI024	CAMINO_INCA	BSC04SLV	LI225	SANTACRUZ	BSC01SMI
LI025	DUENAS	BSC03SMA	LI226	STA_ISABEL	BSC06SMA
LI026	VENTURO	BSC04SLV	LI227	SANTAMARIA	BSC09SLV
LI027	CALIFORNIA	BSC10SLV	LI228	PERA	BSC01SMI
LI028	CALLAO	BSC03SLV	LI229	SANTA_ROSA	BSC03SLV
LI029	QUINONES	BSC02SLV	LI230	SABINA	BSC03SMA
LI031	ATENTO	BSC06SLV	LI231	SAPOSOA	BSC08SLV
LI032	LIMATAMBO	BSC02SLV	LI233	SHELL	BSC01SMI
LI033	ALBORADA	BSC04SLV	LI234	SUPE	BSC02SMA
LI034	PLASCENCIA	BSC01SMI	LI235	SURQUILLO	BSC02SLV
LI035	VIDENA	BSC08SLV	LI236	FRUTALES	BSC05SMA
LI036	CANETE	BSC11SMA	LI237	TITA	BSC04SLV
LI037	PORRAS	BSC01SMA	LI238	TIZIANO	BSC02SLV
LI038	VINAS	BSC05SMA	LI239	BRASIL	BSC07SLV
LI039	CAPULLANA	BSC04SLV	LI240	TAMAYO	BSC04SMA
LI040	CARABAYA	BSC06SLV	LI241	OLGUIN	BSC08SLV
LI041	CARABAYLLO	BSC08SMA	LI242	COLONIAL	BSC03SMA
LI042	JR_CARAZ	BSC01SMI	LI243	LOS_PERROS	BSC05SLV
LI043	CARRILLO	BSC01SMI	LI244	VICTORIA	BSC08SLV
LI044	LINCE	BSC04SMA	LI245	VILLAMARIA	BSC06SMA
LI045	JR_TALARA	BSC03SLV	LI246	CONCHITAS	BSC09SLV
LI046	CEDROS	BSC01SMI	LI247	VILLARAN	BSC02SLV
LI047	TRESMARIAS	BSC06SMA	LI248	VINZOS	BSC07SMA
LI048	CEMENTOS	BSC09SLV	LI249	VITARTE	BSC10SLV
LI049	AV_ABANCAY	BSC06SLV	LI250	VIVANCO	BSC04SLV
LI050	DIENTE	BSC02SMA	LI251	VOLVO	BSC10SMA
LI051	GRANDE	BSC05SLV	LI252	WASHINGTON	BSC03SMA
LI052	CERVELLI	BSC02SLV	LI253	ZAFIROS	BSC07SMA
LI053	PRIMAVERA	BSC04SLV	LI254	ZAPALLAL	BSC05SLV
LI054	CHALACO	BSC06SLV	LI255	ZARATE	BSC10SMA
LI055	CHAMAYA	BSC03SMA	LI256	CHIMU	BSC10SMA
LI056	CHANCAY	BSC02SMA	LI257	UNION	BSC03SMA
LI057	CHAVEZ	BSC07SLV	LI258	CRUCES_GRADES	BSC02SMA
LI058	CIENEGUILLA	BSC05SMA	LI259	LOYOLA	BSC05SMA
LI059	CISNEROS	BSC08SLV	LI260	MANCHAY	BSC05SMA
LI060	SAN_JUAN	BSC04SLV	LI261	ALBUFERA	BSC02SMA
LI061	REGATAS	BSC06SMA	LI262	PERSHING	BSC07SMA
LI062	COLLIQUE	BSC08SMA	LI263	CAJATAMBO	BSC01SMA
LI063	CONDEVILLA	BSC03SLV	LI264	CANTA	BSC01SMA
LI064	FLEXENT_CONGRESO_2	BSC06SLV	LI265	CASAPALCA	BSC10SLV
LI065	CORPAC	BSC04SMA	LI266	OYON	BSC01SMA
LI066	CORVINA	BSC09SLV	LI267	SAN_MATEO	BSC10SLV
LI067	COSTAVERDE	BSC01SMI	LI268	SUCHE	BSC10SLV
LI068	SAENZ_PENA	BSC03SLV	LI269	YANGAS	BSC01SMA
LI069	CULEBRAS	BSC11SMA	LI270	SEGUROS_PACIFICO	BSC04SMA
LI070	DELFINES	BSC01SMI	LI272	UNIFE	BSC05SMA
LI071	ENCALADA	BSC04SLV	LI273	PERU	BSC03SLV
LI072	PARQUE	BSC04SMA	LI274	CONDOROS	BSC10SLV
LI073	REMANSO	BSC05SMA	LI275	IPSS	BSC07SLV

LI074	TREBOL	BSC08SLV	LI276	ARAMBURU	BSC04SMA
LI075	ESPINAR	BSC01SMI	LI277	BENAVIDES	BSC01SMI
LI076	FATIMA	BSC01SMI	LI278	NIETO	BSC08SLV
LI077	FIORI	BSC01SLV	LI279	CORTIJO	BSC04SLV
LI078	UGARTE	BSC04SMA	LI280	HUACHO	BSC02SMA
LI079	FONTANAR	BSC05SMA	LI281	BARRANCO	BSC06SMA
LI080	FORTALEZA	BSC10SMA	LI282	IQUIQUE	BSC03SMA
LI081	FRANCIA	BSC06SLV	LI283	VARELA	BSC03SMA
LI082	FRATERNIDAD	BSC02SLV	LI284	FELIPE	BSC02SLV
LI083	AMERICAS	BSC04SMA	LI285	PRADO	BSC08SMA
LI084	GUIZADO	BSC08SLV	LI286	IZAGUIRRE	BSC01SLV
LI085	GARZON	BSC07SLV	LI287	HERRERA	BSC07SMA
LI086	CHALACA	BSC07SMA	LI288	APARICIO	BSC05SMA
LI087	GUISE	BSC07SLV	LI289	PARRALES	BSC06SMA
LI088	HERAS	BSC07SLV	LI290	LIBERTAD	BSC09SMA
LI089	HIGUERETA	BSC04SLV	LI291	URA BARRANCA	BSC02SMA
LI090	HUACHIPA	BSC10SLV	LI292	VALDIVIESO	BSC08SLV
LI091	IMPERIO	BSC06SLV	LI293	CHANCAS	BSC10SMA
LI092	HUARAL	BSC02SMA	LI294	UCHUMAYO	BSC08SMA
LI093	CARAPONGO	BSC10SLV	LI295	BUCARAMANGA	BSC05SMA
LI094	CHORRILLOS	BSC06SMA	LI296	MINISTERIO_PUBLICO	BSC06SLV
LI095	IHUANCO	BSC11SMA	LI297	FAP_28DEJULIO	BSC07SLV
LI096	INDUSTRIAL	BSC03SMA	LI298	RAUCANA	BSC10SLV
LI097	INGENIEROS	BSC05SMA	LI299	URA_IMPERIAL	BSC11SMA
LI098	JESUS_MARIA	BSC07SLV	LI300	ESPECIALES	BSC01SMA
LI099	JOSE_LEAL	BSC07SLV	LI301	DAMMERT	BSC04SMA
LI100	ARONA	BSC04SMA	LI302	MATAMOROS	BSC04SLV
LI101	JUSTICIA	BSC06SLV	LI303	GOLF_LA_PLANICIE	BSC05SMA
LI102	KM14_SUR	BSC06SMA	LI304	CASUARINAS	BSC04SLV
LI103	LA_CABANA	BSC05SMA	LI305	MEGAPLAZA	BSC01SLV
LI104	FERIA	BSC07SMA	LI306	GRAU	BSC06SLV
LI105	CUEVA	BSC07SMA	LI307	TAHUANTINSUYO	BSC01SLV
LI106	SUCRE	BSC07SMA	LI308	TOTTUS	BSC03SLV
LI107	MOLINA	BSC05SMA	LI309	PLAZA_SUR I	BSC06SMA
LI108	LA_PAZ	BSC07SMA	LI310	SOL	BSC01SMA
LI109	RAZZURI	BSC07SMA	LI311	ESTADIO	BSC07SLV
LI110	TRES_CUMBRES	BSC05SMA	LI312	GALVEZ	BSC09SLV
LI111	LA_PUNTA	BSC03SLV	LI313	QUIROZ_TRAF	BSC10SMA
LI112	LAMPA	BSC06SLV	LI315	UCHUCHACUA	BSC01SMA
LI113	LANDA	BSC08SLV	LI316	CAPSA	BSC03SLV
LI114	LA_HACIENDA	BSC01SMI	LI317	VILLA_ELSALVADOR1	BSC09SLV
LI115	FLEXENT_LARCOMAR	BSC01SMI	LI318	VILLA_ELSALVADOR2	BSC09SLV
LI116	LAWN_TENNIS	BSC07SLV	LI319	VILLA_ELSALVADOR3	BSC09SLV
LI117	FLORES	BSC01SMA	LI320	URA_CANETE	BSC11SMA
LI118	PALMAS	BSC04SLV	LI321	BACKUS	BSC10SMA
LI119	ESCUELA	BSC06SMA	LI322	CHILLON	BSC08SMA
LI120	INMACULADA	BSC04SLV	LI323	PLANTA_GLORIA	BSC10SLV
LI121	CANDAMO	BSC07SLV	LI324	PLAZA_SUR_II	BSC06SMA
LI122	LOMA	BSC04SLV	LI325	JOCKEY	BSC08SLV
LI123	MENDIOLA	BSC01SLV	LI326	URA_SAN_JOSE	BSC07SMA
LI124	LOZADA	BSC07SMA	LI327	UNGER	BSC01SLV
LI125	LUNAHUANA	BSC11SMA	LI328	UNIVERSITARIA	BSC01SLV

LI126	LURIN_ET	BSC09SLV	LI329	AZUCENAS	BSC01SLV
LI127	LURIN	BSC09SLV	LI330	CHUQUITANTA	BSC09SMA
LI128	LUYO	BSC03SMA	LI331	DAMASCO	BSC01SLV
LI129	MAGDALENA	BSC07SMA	LI333	EL_ZORRO	BSC08SMA
LI130	MAGNOLIAS	BSC02SLV	LI334	JAPON	BSC08SMA
LI131	MANZANOS	BSC06SLV	LI335	MICAELA_BASTIDAS	BSC09SLV
LI133	CACERES	BSC01SMA	LI336	FAUCETT	BSC03SLV
LI134	CORNEJO	BSC03SMA	LI337	SAN_ORLANDO	BSC03SMA
LI135	MATUCANA	BSC10SLV	LI338	CALLE_18	BSC01SMA
LI136	MAURTUA	BSC01SMI	LI339	JUAN_XXIII	BSC07SMA
LI137	MONUMENTAL	BSC05SMA	LI340	F TERRY	BSC04SMA
LI138	MEXICO	BSC07SLV	LI341	JB_MEZA	BSC07SLV
LI139	MILLAN	BSC07SLV	LI342	MOCHICA	BSC08SLV
LI140	MINKA	BSC03SLV	LI343	HIEDRA	BSC01SLV
LI141	GRIMALDO	BSC01SMI	LI344	EULOGIO_FERNANDINI	BSC09SMA
LI142	MOLINOS	BSC03SLV	LI345	RIVERA_NAVARRETE	BSC04SMA
LI143	U_DE_LIMA	BSC08SLV	LI346	CHOSICA	BSC10SLV
LI144	MORRO	BSC06SMA	LI347	ALTIPLANO	BSC04SLV
LI145	MOVILINE	BSC01SMI	LI348	GUARDIA_REPUBLICANA	BSC09SLV
LI146	POLO	BSC04SLV	LI349	VALLECITO	BSC04SLV
LI147	NANA	BSC10SLV	LI350	CHICMABAMBA	BSC03SLV
LI148	NARANJAL	BSC01SLV	LI351	HUARANGAL	BSC08SMA
LI149	NEGRITOS	BSC02SMA	LI352	CENTRO_CIVICO	BSC06SLV
LI150	NESTLE	BSC05SMA	LI353	BOULEVARD_ASIA	BSC11SMA
LI151	MATELLINI	BSC06SMA	LI354	TOTORITAS	BSC11SMA
LI152	GUTIERREZ	BSC01SMI	LI355	MALPASO	BSC11SMA
LI153	OBREROS	BSC08SLV	LI356	PTO_VIEJO	BSC11SMA
LI154	OLIVOS	BSC01SLV	LI357	BUJAMA	BSC11SMA
LI155	PAREDES	BSC07SLV	LI358	PLAYA_BONITA	BSC11SMA
LI156	OQUENDO	BSC03SLV	LI359	URA_HUAYCAN	BSC10SLV
LI157	CORDOVA	BSC01SMI	LI360	PALACIO_MUNICIPAL	BSC06SLV
LI158	FLAMENGOS	BSC05SMA	LI361	JR_ANCASH	BSC06SMA
LI159	PACHACAMAC	BSC09SLV	LI362	BBVA	BSC04SMA
LI160	EL_SOL	BSC06SMA	LI363	CHURIN	BSC02SMA
LI161	A_GAMARRA	BSC03SLV	LI364	CALANGO	BSC11SMA
LI162	FLEXENT_PALACIO_DE_JUSTICIA	BSC06SLV	LI365	FUNDO_BARBADILLO	BSC10SLV
LI163	MIRAFLORES	BSC01SMI	LI366	URA_CIENEGUILLA	BSC05SMA
LI164	PALAO	BSC03SMA	LI367	DIEGO_FERRE	BSC04SLV
LI165	PAMPILLA	BSC05SLV	LI368	ALIANZA	BSC08SLV
LI166	GARDENIAS	BSC04SLV	LI369	OLAVIDE	BSC01SLV
LI167	PARADISE	BSC01SMI	LI371	GALIAS	BSC01SMA
LI168	PARAMONGA	BSC02SMA	LI373	ASBESTOS	BSC01SMA
LI169	SHOW_ROOM	BSC01SMI	LI374	MANGOMARCA	BSC10SMA
LI170	PARQUEBAJO	BSC06SMA	LI376	URA_LOS_OLIVOS	BSC01SLV
LI171	JR_PUNO	BSC06SLV	LI378	ITURREGUI	BSC02SLV
LI172	PARURO	BSC06SLV	LI379	MARRIOT	BSC01SMI
LI173	CAPECO	BSC07SLV	LI380	STA_MARCELA	BSC05SLV
LI174	GEOGRAFICO	BSC04SMA	LI381	BCP_SAN_ISIDRO	BSC04SMA
LI175	PERRICHOLI	BSC04SMA	LI383	MTC	BSC03SMA
LI176	CARRION	BSC07SMA	LI384	SAYAN	BSC02SMA
LI177	ECHENIQUE	BSC07SMA	LI385	BANCO_DE_LA_NACION	BSC04SMA
LI178	PETROPERU	BSC04SMA	LI386	CERRO_VELA	BSC05SLV

LI179	MALA	BSC11SMA	LI387	TACAYMANO	BSC01SMA
LI180	PIEROLA	BSC06SLV	LI388	PICHER	BSC03SLV
LI181	PINOS	BSC04SMA	LI389	ERMO_SANTA_LUCIA	BSC03SLV
LI182	PIZZAS	BSC01SMI	LI390	BALSAMO	BSC03SLV
LI183	PESCADORES	BSC07SMA	LI391	RIPLEY_SAN_ISIDRO	BSC04SMA
LI184	PORTUGAL	BSC03SMA	LI392	MAMACONA	BSC09SLV
LI185	PORVENIR	BSC08SLV	LI395	FRAGUAS	BSC01SLV
LI186	PRAGA	BSC04SMA	LI396	CARBAJAL	BSC08SLV
LI187	PTE_NUEVO	BSC10SMA	LI397	RUIBARDOS	BSC01SMA
LI188	VEGUETA	BSC02SMA	LI398	SALAZAR	BSC10SLV
LI189	PRO	BSC09SMA	LI400	FELICIA	BSC05SMA
LI190	PROLIMA	BSC08SMA	LI401	TRIUNFADORES	BSC06SMA
LI191	ATOCONGO	BSC04SLV	LI402	FERROCARRIL 2	BSC09SLV
LI192	BUTTERS	BSC01SMI	LI403	CHUSIS	BSC08SLV
LI193	EL_TROME	BSC05SLV	LI404	CATAUNA	BSC06SMA
LI194	CHOQUE	BSC08SMA	LI405	PUCP	BSC03SMA
LI195	CORRIENTES	BSC11SMA	LI406	BIF	BSC04SMA
LI196	MIRAMAR	BSC09SLV	LI407	BANCO_COMERCIO	BSC04SMA
LI197	BOTIJA	BSC09SLV	LI408	SAN_BORJA_1	BSC02SLV
LI198	QUIPA	BSC09SLV	LI409	SAN_BORJA_2	BSC02SLV
LI199	RANSA	BSC03SLV	LI412	LA POSITIVA	BSC04SMA
LI200	REAL_FELIPE	BSC03SLV	LI413	HUAROCHIRI	BSC10SLV
LI201	RETABLO	BSC09SMA	LI414	URA QUILMANA	BSC11SMA
LI202	ANGEL	BSC06SLV			

La cantidad de tráfico ofrecido y cursado de cada sector de las Estaciones Base que controla el BSC01SMI antes de realizar la Ampliación de Capacidad en la Red GSM de Movistar:

Tabla 2.4 Trafico Ofrecido y Cursado BTSs del BSC01SMI

SITE CODE	SITE NAME	BSC	SECTOR 850/1900	CANTIDAD DE TRX ACTUALES	TRAFICO OFRECIDO	TRAFICO CURSADO	UTILIZACION DE TCH (%)
LI007	JULIANA	BSC01SMI	A	4	37.46	15.38	41.0571276
LI007	JULIANA	BSC01SMI	B	5	50.59	23.51	46.47163471
LI007	JULIANA	BSC01SMI	C	4	37.46	13.04	34.8104645
LI007	JULIANA	BSC01SMI	D	2	13.18	12.63	95.82701062
LI007	JULIANA	BSC01SMI	E	2	13.18	11.91	90.36418816
LI007	JULIANA	BSC01SMI	F	4	37.46	34.65	92.49866524
LI012	AURORA	BSC01SMI	A	4	37.46	16.29	43.48638548
LI012	AURORA	BSC01SMI	B	4	37.46	16.49	44.02028831
LI012	AURORA	BSC01SMI	C	4	37.46	17.4	46.44954618

LI012	AURORA	BSC01SMI	D	4	37.46	15.96	42.60544581
LI012	AURORA	BSC01SMI	E	2	13.18	13.05	99.01365706
LI012	AURORA	BSC01SMI	F	2	13.18	31.12	236.1153263
LI034	PLASCENCIA	BSC01SMI	A	4	37.46	16.81	44.87453284
LI034	PLASCENCIA	BSC01SMI	B	4	37.46	15.42	41.16390817
LI034	PLASCENCIA	BSC01SMI	C	4	37.46	16.21	43.27282435
LI034	PLASCENCIA	BSC01SMI	D	2	13.18	12.42	94.23368741
LI034	PLASCENCIA	BSC01SMI	E	3	23.73	11.32	47.70332912
LI034	PLASCENCIA	BSC01SMI	F	2	13.18	13.15	99.7723824
LI042	JR_CARAZ	BSC01SMI	A	4	37.46	17.01	45.40843566
LI042	JR_CARAZ	BSC01SMI	B	4	37.46	20.63	55.07207688
LI042	JR_CARAZ	BSC01SMI	C	4	37.46	18.61	49.6796583
LI042	JR_CARAZ	BSC01SMI	D	4	37.46	15.6	41.64442072
LI042	JR_CARAZ	BSC01SMI	E	2	13.18	11.31	85.81183612
LI042	JR_CARAZ	BSC01SMI	F	3	23.73	8.61	36.28318584
LI043	CARRILLO	BSC01SMI	A	4	37.46	8.74	23.33155366
LI043	CARRILLO	BSC01SMI	B	3	23.73	21.45	90.39190898
LI043	CARRILLO	BSC01SMI	C	4	37.46	11.94	31.87399893
LI043	CARRILLO	BSC01SMI	D	4	37.46	18.11	48.34490123
LI043	CARRILLO	BSC01SMI	E	2	13.18	11.72	88.92261002
LI043	CARRILLO	BSC01SMI	F	2	13.18	4.65	35.28072838
LI046	CEDROS	BSC01SMI	A	4	37.46	8.92	23.8120662
LI046	CEDROS	BSC01SMI	B	4	37.46	15.78	42.12493326
LI046	CEDROS	BSC01SMI	C	4	37.46	12.48	33.31553657
LI046	CEDROS	BSC01SMI	D	4	37.46	10.01	26.72183663
LI046	CEDROS	BSC01SMI	E	4	37.46	9.74	26.00106781
LI046	CEDROS	BSC01SMI	F	2	13.18	8.53	64.71927162
LI067	COSTAVERDE	BSC01SMI	A	4	37.46	17.33	46.26268019
LI067	COSTAVERDE	BSC01SMI	B	4	37.46	10.43	27.84303257
LI067	COSTAVERDE	BSC01SMI	C	4	37.46	13.97	37.29311265
LI067	COSTAVERDE	BSC01SMI	D	2	13.18	11.21	85.05311077
LI067	COSTAVERDE	BSC01SMI	E	2	13.18	6.79	51.51745068
LI067	COSTAVERDE	BSC01SMI	F	2	13.18	4.05	30.72837633
LI070	DELFINES	BSC01SMI	A	2	13.18	5.17	39.22610015
LI070	DELFINES	BSC01SMI	B	4	37.46	16.45	43.91350774
LI070	DELFINES	BSC01SMI	C	3	23.73	20.79	87.61061947
LI070	DELFINES	BSC01SMI	D	2	13.18	4.14	31.41122914
LI070	DELFINES	BSC01SMI	E	2	13.18	10.87	82.47344461
LI070	DELFINES	BSC01SMI	F	2	13.18	4.18	31.71471927
LI075	ESPINAR	BSC01SMI	A	4	37.46	14.41	38.46769888
LI075	ESPINAR	BSC01SMI	B	4	37.46	12.97	34.62359851
LI075	ESPINAR	BSC01SMI	C	4	37.46	11.76	31.39348639
LI075	ESPINAR	BSC01SMI	D	2	13.18	11.69	88.69499241
LI075	ESPINAR	BSC01SMI	E	2	13.18	12.46	94.53717754
LI075	ESPINAR	BSC01SMI	F	4	37.46	33.64	89.80245595
LI076	FATIMA	BSC01SMI	A	4	37.46	11.44	30.53924186
LI076	FATIMA	BSC01SMI	B	4	37.46	10.39	27.736252
LI076	FATIMA	BSC01SMI	C	4	37.46	9.41	25.12012814
LI076	FATIMA	BSC01SMI	D	4	37.46	10.88	29.04431393
LI076	FATIMA	BSC01SMI	E	3	23.73	7.63	32.15339233
LI076	FATIMA	BSC01SMI	F	3	23.73	8.01	33.75474083
LI114	LA_HACIENDA	BSC01SMI	A	6	64.86	34.76	53.59235276

LI114	LA_HACIENDA	BSC01SMI	B	4	37.46	15.67	41.83128671
LI114	LA_HACIENDA	BSC01SMI	C	6	64.86	29.54	45.54424915
LI114	LA_HACIENDA	BSC01SMI	D	4	37.46	10.37	27.68286172
LI114	LA_HACIENDA	BSC01SMI	E	4	37.46	9.06	24.18579818
LI114	LA_HACIENDA	BSC01SMI	F	4	37.46	13.29	35.47784303
LI115	FLEXENT_LARCOMAR	BSC01SMI	A	2	13.18	5.25	39.83308042
LI136	MAURTUA	BSC01SMI	A	2	13.18	6.12	46.4339909
LI136	MAURTUA	BSC01SMI	B	2	13.18	3.64	27.61760243
LI136	MAURTUA	BSC01SMI	C	2	13.18	12.04	91.35053111
LI136	MAURTUA	BSC01SMI	D	2	13.18	4.36	33.08042489
LI136	MAURTUA	BSC01SMI	E	2	13.18	6.83	51.82094082
LI136	MAURTUA	BSC01SMI	F	2	13.18	10.19	77.31411229
LI141	GRIMALDO	BSC01SMI	A	4	37.46	15.6	41.64442072
LI141	GRIMALDO	BSC01SMI	B	4	37.46	12.94	34.54351308
LI141	GRIMALDO	BSC01SMI	C	4	37.46	11.73	31.31340096
LI141	GRIMALDO	BSC01SMI	D	4	37.46	36.46	97.33048585
LI141	GRIMALDO	BSC01SMI	F	4	37.46	10.42	27.81633743
LI141	GRIMALDO	BSC01SMI	E	3	23.73	19.99	84.23935946
LI141	GRIMALDO	BSC01SMI	H	2	13.18	4.32	32.77693475
LI141	GRIMALDO	BSC01SMI	I	2	13.18	5.75	43.62670713
LI145	MOVILINE	BSC01SMI	A	5	50.59	27.59	54.53646966
LI145	MOVILINE	BSC01SMI	B	4	37.46	15.79	42.1516284
LI145	MOVILINE	BSC01SMI	C	6	64.86	24.78	38.2053654
LI145	MOVILINE	BSC01SMI	D	4	37.46	35.35	94.36732515
LI145	MOVILINE	BSC01SMI	E	4	37.46	14.26	38.06727176
LI145	MOVILINE	BSC01SMI	F	4	37.46	12.73	33.98291511
LI152	GUTIERREZ	BSC01SMI	A	6	64.86	31.66	48.81282763
LI152	GUTIERREZ	BSC01SMI	B	3	23.73	22.31	94.01601349
LI152	GUTIERREZ	BSC01SMI	C	4	37.46	7.38	19.70101442
LI152	GUTIERREZ	BSC01SMI	D	4	37.46	12.51	33.395622
LI152	GUTIERREZ	BSC01SMI	E	3	23.73	10.6	44.66919511
LI152	GUTIERREZ	BSC01SMI	F	3	23.73	9.67	40.75010535
LI157	CORDOVA	BSC01SMI	A	4	37.46	14.93	39.85584624
LI157	CORDOVA	BSC01SMI	B	4	37.46	11.57	30.8862787
LI157	CORDOVA	BSC01SMI	C	4	37.46	10.84	28.93753337
LI157	CORDOVA	BSC01SMI	D	2	13.18	9.84	74.6585736
LI157	CORDOVA	BSC01SMI	E	2	13.18	13.03	98.86191199
LI157	CORDOVA	BSC01SMI	F	2	13.18	5.46	41.42640364
LI163	MIRAFLORES	BSC01SMI	A	4	37.46	12.81	34.19647624
LI163	MIRAFLORES	BSC01SMI	B	6	64.86	30.74	47.39438791
LI163	MIRAFLORES	BSC01SMI	C	7	78.31	40.38	51.56429575
LI163	MIRAFLORES	BSC01SMI	D	4	37.46	9.79	26.13454351
LI163	MIRAFLORES	BSC01SMI	E	4	37.46	36.14	96.47624132
LI163	MIRAFLORES	BSC01SMI	F	4	37.46	32.33	86.30539242
LI167	PARADISE	BSC01SMI	A	3	23.73	17.97	75.72692794
LI167	PARADISE	BSC01SMI	B	2	13.18	4.96	37.63277693
LI167	PARADISE	BSC01SMI	D	2	13.18	6.53	49.5447648
LI167	PARADISE	BSC01SMI	E	2	13.18	7.36	55.84218513
LI169	SHOW_ROOM	BSC01SMI	A	4	37.46	11.49	30.67271757
LI169	SHOW_ROOM	BSC01SMI	B	4	37.46	13.78	36.78590497
LI169	SHOW_ROOM	BSC01SMI	C	5	50.59	20.57	40.66020953
LI169	SHOW_ROOM	BSC01SMI	D	4	37.46	8.67	23.14468767

LI169	SHOW_ROOM	BSC01SMI	E	4	37.46	15.09	40.2829685
LI169	SHOW_ROOM	BSC01SMI	F	4	37.46	12.5	33.36892686
LI182	PIZZAS	BSC01SMI	A	4	37.46	11.37	30.35237587
LI182	PIZZAS	BSC01SMI	B	4	37.46	9.45	25.2269087
LI182	PIZZAS	BSC01SMI	C	4	37.46	5.16	13.77469301
LI182	PIZZAS	BSC01SMI	D	4	37.46	10.87	29.01761879
LI182	PIZZAS	BSC01SMI	E	4	37.46	37.08	98.98558462
LI182	PIZZAS	BSC01SMI	F	4	37.46	7.21	19.24719701
LI192	BUTTERS	BSC01SMI	A	4	37.46	11.6	30.96636412
LI192	BUTTERS	BSC01SMI	B	4	37.46	13.73	36.65242926
LI192	BUTTERS	BSC01SMI	C	4	37.46	14.23	37.98718633
LI192	BUTTERS	BSC01SMI	D	4	37.46	10.18	27.17565403
LI192	BUTTERS	BSC01SMI	E	3	23.73	22.34	94.14243574
LI192	BUTTERS	BSC01SMI	F	4	37.46	8.24	21.99679658
LI225	SANTACRUZ	BSC01SMI	A	4	37.46	10.43	27.84303257
LI225	SANTACRUZ	BSC01SMI	B	4	37.46	16.9	45.11478911
LI225	SANTACRUZ	BSC01SMI	C	4	37.46	18.5	49.38601175
LI225	SANTACRUZ	BSC01SMI	D	2	13.18	12.38	93.93019727
LI225	SANTACRUZ	BSC01SMI	E	2	13.18	3.67	27.84522003
LI225	SANTACRUZ	BSC01SMI	F	2	13.18	4.79	36.34294385
LI228	PERA	BSC01SMI	A	4	37.46	15.98	42.65883609
LI228	PERA	BSC01SMI	B	4	37.46	13.74	36.6791244
LI228	PERA	BSC01SMI	C	4	37.46	10.18	27.17565403
LI228	PERA	BSC01SMI	D	3	23.73	8.47	35.69321534
LI228	PERA	BSC01SMI	E	4	37.46	14.47	38.62786973
LI228	PERA	BSC01SMI	F	3	23.73	23.01	96.96586599
LI233	SCHELL	BSC01SMI	A	4	37.46	11.32	30.21890016
LI233	SCHELL	BSC01SMI	B	6	64.86	30.56	47.1168671
LI233	SCHELL	BSC01SMI	C	4	37.46	9.58	25.57394554
LI233	SCHELL	BSC01SMI	D	4	37.46	14.37	38.36091831
LI233	SCHELL	BSC01SMI	E	4	37.46	32.77	87.47997864
LI233	SCHELL	BSC01SMI	F	4	37.46	12.89	34.41003737
LI277	BENAVIDES	BSC01SMI	A	4	37.46	16.03	42.7923118
LI277	BENAVIDES	BSC01SMI	B	4	37.46	9.41	25.12012814
LI277	BENAVIDES	BSC01SMI	C	4	37.46	12.49	33.34223171
LI277	BENAVIDES	BSC01SMI	D	2	13.18	25.93	196.737481
LI277	BENAVIDES	BSC01SMI	E	2	13.18	37.51	284.5978756
LI277	BENAVIDES	BSC01SMI	F	2	13.18	10.26	77.84522003
LI379	MARRIOT	BSC01SMI	A	2	13.18	5.69	43.17147193
LI379	MARRIOT	BSC01SMI	B	2	13.18	4.14	31.41122914

El tráfico ofrecido se obtiene utilizando la tabla de Erlang B considerando una probabilidad de bloqueo del 2%, así como también todos los canales de TCH de acuerdo a la cantidad de TRXs, en este caso consideraremos que el 20% de canales trabajan en Full Rate y el 80% de canales en Half Rate, estos parámetros fueron definidos considerando el comportamiento de la Red a través del tiempo.

Tabla 2.5 Tráfico Ofrecido con 2% de pérdida Erlang B al 80% HR y 20% FR

TRX	BCCH	SDCCH	DATOS	TS_VOZ	TS_HR - 80%	TS_FR - 20%	TCH TOTAL	TRAF_OFFER (2% perdida Erlang)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	2	4	3.2	0.8	7	2.94
2	1	2	2	11	8.8	2.2	20	13.18
3	1	3	2	18	14.4	3.6	32	23.73
4	1	3	2	26	20.8	5.2	47	37.46
5	1	5	2	32	25.6	6.4	58	50.59
6	1	5	2	40	32	8	72	64.86
7	1	5	2	48	38.4	9.6	86	78.31
8	1	5	2	56	44.8	11.2	101	91.85

2.2 Proyección de Demanda.

El tráfico cursado se obtiene de la Hora Pico de cada uno de los sectores, es el momento en el cual los sectores cursan el mayor tráfico del día, y se obtuvo del análisis de los KPIs. Como podemos observar existen sectores que superan el 85% de utilización y en algunos casos supera ampliamente el 100%, en estos casos se tendrá en porcentaje de bloqueo mayor al 2%, a su vez algunos sectores no requieren Ampliación ya que el tráfico cursado no supera el 85% de utilización, pero también debemos proyectar un tráfico futuro teniendo en cuenta el comportamiento que este ha tenido a través del tiempo, como también existen sectores en los cuales el tráfico se puede considerar constante.

Para poder definir la cantidad de tráfico ofrecido que deberá tener cada uno de los sectores, además debemos de considerar la proyección que realiza el área de Marketing de Movistar ya que ellos también realizan una proyección de incremento de usuarios de acuerdo a las promociones y/o tarifas que ellos ofrezcan o tienen planificado ofrecer, por lo tanto el tráfico ofrecido que se definió para todos los sectores de las Estaciones Base que están siendo controladas por el BSC01SMI es el siguiente:

Tabla 2.6 Tráfico Ofrecido después de la Ampliación de Capacidad

SITE CODE	SITE NAME	BSC	SECTOR 850/1900	CANTIDAD DE TRX NECESARIAS	CANTIDAD DE TRX PROYECTADAS	TRAFICO OFRECIDO	CANTIDAD DE TRX FINALES
LI007	JULIANA	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4

LI007	JULIANA	BSC01SMI	B	5	0	50.59	5
LI007	JULIANA	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI007	JULIANA	BSC01SMI	D	3	1	37.46	4
LI007	JULIANA	BSC01SMI	E	3	1	37.46	4
LI007	JULIANA	BSC01SMI	F	5	1	64.86	6
LI012	AURORA	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI012	AURORA	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI012	AURORA	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI012	AURORA	BSC01SMI	D	4	0	37.46	4
LI012	AURORA	BSC01SMI	E	3	1	37.46	4
LI012	AURORA	BSC01SMI	F	4	2	64.86	6
LI034	PLASCENCIA	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI034	PLASCENCIA	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI034	PLASCENCIA	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI034	PLASCENCIA	BSC01SMI	D	3	1	37.46	4
LI034	PLASCENCIA	BSC01SMI	E	3	0	23.73	3
LI034	PLASCENCIA	BSC01SMI	F	3	1	37.46	4
LI042	JR_CARAZ	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI042	JR_CARAZ	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI042	JR_CARAZ	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI042	JR_CARAZ	BSC01SMI	D	4	0	37.46	4
LI042	JR_CARAZ	BSC01SMI	E	3	1	37.46	4
LI042	JR_CARAZ	BSC01SMI	F	3	0	23.73	3
LI043	CARRILLO	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI043	CARRILLO	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI043	CARRILLO	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI043	CARRILLO	BSC01SMI	D	4	0	37.46	4
LI043	CARRILLO	BSC01SMI	E	3	1	37.46	4
LI043	CARRILLO	BSC01SMI	F	2	0	13.18	2
LI046	CEDROS	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI046	CEDROS	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI046	CEDROS	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI046	CEDROS	BSC01SMI	D	4	0	37.46	4
LI046	CEDROS	BSC01SMI	E	4	0	37.46	4
LI046	CEDROS	BSC01SMI	F	2	2	37.46	4
LI067	COSTAVERDE	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI067	COSTAVERDE	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI067	COSTAVERDE	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI067	COSTAVERDE	BSC01SMI	D	3	1	37.46	4
LI067	COSTAVERDE	BSC01SMI	E	2	0	13.18	2
LI067	COSTAVERDE	BSC01SMI	F	2	0	13.18	2
LI070	DELFINES	BSC01SMI	A	2	0	13.18	2
LI070	DELFINES	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI070	DELFINES	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI070	DELFINES	BSC01SMI	D	2	0	13.18	2
LI070	DELFINES	BSC01SMI	E	2	2	37.46	4
LI070	DELFINES	BSC01SMI	F	2	0	13.18	2
LI075	ESPINAR	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI075	ESPINAR	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI075	ESPINAR	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI075	ESPINAR	BSC01SMI	D	3	1	37.46	4
LI075	ESPINAR	BSC01SMI	E	3	1	37.46	4

LI075	ESPINAR	BSC01SMI	F	5	1	64.86	6
LI076	FATIMA	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI076	FATIMA	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI076	FATIMA	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI076	FATIMA	BSC01SMI	D	4	0	37.46	4
LI076	FATIMA	BSC01SMI	E	3	0	23.73	3
LI076	FATIMA	BSC01SMI	F	3	0	23.73	3
LI114	LA_HACIENDA	BSC01SMI	A	6	0	64.86	6
LI114	LA_HACIENDA	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI114	LA_HACIENDA	BSC01SMI	C	6	0	64.86	6
LI114	LA_HACIENDA	BSC01SMI	D	4	0	37.46	4
LI114	LA_HACIENDA	BSC01SMI	E	4	0	37.46	4
LI114	LA_HACIENDA	BSC01SMI	F	4	0	37.46	4
LI115	FLEXENT_LARCOMAR	BSC01SMI	A	2	0	13.18	2
LI136	MAURTUA	BSC01SMI	A	2	0	13.18	2
LI136	MAURTUA	BSC01SMI	B	2	0	13.18	2
LI136	MAURTUA	BSC01SMI	C	3	1	37.46	4
LI136	MAURTUA	BSC01SMI	D	2	0	13.18	2
LI136	MAURTUA	BSC01SMI	E	2	0	13.18	2
LI136	MAURTUA	BSC01SMI	F	2	2	37.46	4
LI141	GRIMALDO	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI141	GRIMALDO	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI141	GRIMALDO	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI141	GRIMALDO	BSC01SMI	D	5	1	64.86	6
LI141	GRIMALDO	BSC01SMI	F	4	0	37.46	4
LI141	GRIMALDO	BSC01SMI	E	4	0	37.46	4
LI141	GRIMALDO	BSC01SMI	H	2	0	13.18	2
LI141	GRIMALDO	BSC01SMI	I	2	0	13.18	2
LI145	MOVILINE	BSC01SMI	A	5	0	50.59	5
LI145	MOVILINE	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI145	MOVILINE	BSC01SMI	C	6	0	64.86	6
LI145	MOVILINE	BSC01SMI	D	5	1	64.86	6
LI145	MOVILINE	BSC01SMI	E	4	0	37.46	4
LI145	MOVILINE	BSC01SMI	F	4	0	37.46	4
LI152	GUTIERREZ	BSC01SMI	A	6	0	64.86	6
LI152	GUTIERREZ	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI152	GUTIERREZ	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI152	GUTIERREZ	BSC01SMI	D	4	0	37.46	4
LI152	GUTIERREZ	BSC01SMI	E	3	0	23.73	3
LI152	GUTIERREZ	BSC01SMI	F	3	0	23.73	3
LI157	CORDOVA	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI157	CORDOVA	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI157	CORDOVA	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI157	CORDOVA	BSC01SMI	D	2	2	37.46	4
LI157	CORDOVA	BSC01SMI	E	3	1	37.46	4
LI157	CORDOVA	BSC01SMI	F	2	0	13.18	2
LI163	MIRAFLORES	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI163	MIRAFLORES	BSC01SMI	B	6	0	64.86	6
LI163	MIRAFLORES	BSC01SMI	C	7	0	78.31	7
LI163	MIRAFLORES	BSC01SMI	D	4	0	37.46	4
LI163	MIRAFLORES	BSC01SMI	E	5	1	64.86	6
LI163	MIRAFLORES	BSC01SMI	F	5	1	64.86	6

LI167	PARADISE	BSC01SMI	A	3	1	37.46	4
LI167	PARADISE	BSC01SMI	B	2	0	13.18	2
LI167	PARADISE	BSC01SMI	D	2	0	13.18	2
LI167	PARADISE	BSC01SMI	E	2	0	13.18	2
LI169	SHOW_ROOM	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI169	SHOW_ROOM	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI169	SHOW_ROOM	BSC01SMI	C	5	0	50.59	5
LI169	SHOW_ROOM	BSC01SMI	D	4	0	37.46	4
LI169	SHOW_ROOM	BSC01SMI	E	4	0	37.46	4
LI169	SHOW_ROOM	BSC01SMI	F	4	0	37.46	4
LI182	PIZZAS	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI182	PIZZAS	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI182	PIZZAS	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI182	PIZZAS	BSC01SMI	D	4	0	37.46	4
LI182	PIZZAS	BSC01SMI	E	5	1	64.86	6
LI182	PIZZAS	BSC01SMI	F	4	0	37.46	4
LI192	BUTTERS	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI192	BUTTERS	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI192	BUTTERS	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI192	BUTTERS	BSC01SMI	D	4	0	37.46	4
LI192	BUTTERS	BSC01SMI	E	4	0	37.46	4
LI192	BUTTERS	BSC01SMI	F	4	0	37.46	4
LI225	SANTACRUZ	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI225	SANTACRUZ	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI225	SANTACRUZ	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI225	SANTACRUZ	BSC01SMI	D	3	1	37.46	4
LI225	SANTACRUZ	BSC01SMI	E	2	0	13.18	2
LI225	SANTACRUZ	BSC01SMI	F	2	0	13.18	2
LI228	PERA	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI228	PERA	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI228	PERA	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI228	PERA	BSC01SMI	D	3	0	23.73	3
LI228	PERA	BSC01SMI	E	4	0	37.46	4
LI228	PERA	BSC01SMI	F	4	0	37.46	4
LI233	SCHELL	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI233	SCHELL	BSC01SMI	B	6	0	64.86	6
LI233	SCHELL	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI233	SCHELL	BSC01SMI	D	4	0	37.46	4
LI233	SCHELL	BSC01SMI	E	5	1	64.86	6
LI233	SCHELL	BSC01SMI	F	4	0	37.46	4
LI277	BENAVIDES	BSC01SMI	A	4	0	37.46	4
LI277	BENAVIDES	BSC01SMI	B	4	0	37.46	4
LI277	BENAVIDES	BSC01SMI	C	4	0	37.46	4
LI277	BENAVIDES	BSC01SMI	D	4	2	64.86	6
LI277	BENAVIDES	BSC01SMI	E	5	1	64.86	6
LI277	BENAVIDES	BSC01SMI	F	2	2	37.46	4
LI379	MARRIOT	BSC01SMI	A	2	0	13.18	2
LI379	MARRIOT	BSC01SMI	B	2	0	13.18	2

La numeración de los sectores se considero de la siguiente manera:

Tabla 2.7 Nomenclatura de Sectores de 850 y 1900

	BANDA 850	BANDA 1900
SECTOR 1	A	D
SECTOR 2	B	E
SECTOR 3	C	F
SECTOR 4	G	H
SECTOR 5	---	I

De esta manera se considero el tráfico final para las demás Estaciones Base de la Red GSM de Movistar.

2.3 Otras consideraciones para mejorar la Capacidad de la Red

Como hemos podido apreciar varios sectores de la Red GSM de Movistar están cursando un tráfico mayor al 85% produciendo en ellos un bloqueo del 2% y en algunos casos el tráfico que cursan es mayor al 85%, causando el colapso de estos.

Para poder realizar una Ampliación de Capacidad debemos tomar en cuenta que como paso inicial debemos de analizar el comportamiento del tráfico y además considerar lo que Área de Marketing tenga planificado, así como realizar el planeamiento de todo lo necesario para cada una de las Estaciones Base (módulos, E1s, etc.) por lo tanto hasta que la Ampliación se logre ejecutar van a tomar varios días o meses, además debemos de tener en cuenta el poder adquisitivo que en esos momentos tenga Movistar.

En estos casos podemos tomar acción realizando unos cambios en los parámetros de cada de uno de los sectores, podemos considerar lo siguiente:

Incremento de Time Slot en Half Rate, actualmente en la Red se tiene considerado que el 80% de Time Slots trabajan en Half Rate y el 20% en Full Rate, por lo tanto podemos considerar que el 100% de los Time Slots trabajen en Half Rate, incrementando de esta manera la capacidad de tráfico ofrecido en dicho sector.

Tabla 2.8 Trafico Ofrecido con 2% de pérdida Erlang B al 100% HR

TRX	BCCH	SDCCH	DATOS	TS_VOZ	TS_HR - 100%	TS_FR - 00%	TCH TOTAL	TRAF_OFFER (2% perdida Erlang)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	2	4	4	0	8	3.63
2	1	2	2	11	11	0	22	14.9
3	1	3	2	18	18	0	36	27.34
4	1	3	2	26	26	0	52	42.12
5	1	5	2	32	32	0	64	53.43
6	1	5	2	40	40	0	80	68.69
7	1	5	2	48	48	0	96	84.1
8	1	5	2	56	56	0	112	99.62

Configurar Hand Over por Congestión, en este caso se activa para el sector que presenta problemas de congestión, y de esta manera los sectores vecinos de la misma Estación Base asumen parte del tráfico, es importante analizar la cantidad de tráfico adicional que podrán soportar los sectores vecinos, para evitar la congestión de estos.

Estos cambios resultan ser temporales y se pueden utilizar en conjunto o de forma individual, hasta que se logre ejecutar la Ampliación de Capacidad planificada para cada una de las Estaciones Base, para luego normalizarlos y no afectar la calidad de la Red.

CAPITULO III INGENIERIA DE PROYECTO

3.1 Topología de Red

Para describir la Topología de la Red GSM de MOVISTAR en la ciudad de Lima nos concentraremos en el Subsistema de la Estación Base (BSS), dicho equipamiento tiene como Vendor a la empresa SIEMENS. En el momento que se realizaron los trabajos de Ampliación la Red GSM de Movistar contaba con 88 TRAU, 22 BSCs y 397 BTSs (entre Macros y Micros BTS). Esta trabaja en la banda de 850 y 1900.

Tabla 3.1 TRAU y BTSs del BSC01SMI

TRAU 0 BSC01SMI	TRAU 1 BSC01SMI	TRAU 2 BSC01SMI	TRAU 3 BSC01SMI
BSC01SMI			
LI007	JULIANA	LI145	MOVILINE
LI012	AURORA	LI152	GUTIERREZ
LI034	PLASCENCIA	LI157	CORDOVA
LI042	JR CARAZ	LI163	MIRAFLORES
LI043	CARRILLO	LI167	PARADISE
LI046	CEDROS	LI169	SHOW ROOM
L067	COSTA VERDE	LI182	PIZZAS
LI070	DELFINES	LI192	BUTTERS
LI070	ESPINAR	LI225	SANTA CRUZ
LI076	FATIMA	LI228	PERA
LI114	LA HACIENDA	LI233	SHELL
LI115	FLEXENT LARCOMAR	LI277	BENAVIDES
LI136	MAURTUA	LI379	MARRIOT
LI141	GRIMALDO		

Tabla 3.2 TRAU y BTSs del BSC08SLV

TRAU 0 BSC08SLV	TRAU 1 BSC08SLV	TRAU 2 BSC08SLV	TRAU 3 BSC08SLV
BSC08SLV			
LI035	VIDENA	LI241	OLGUIN
LI059	CISNEROS	LI244	VICTORIA
LI074	TREBOL	LI278	NIETO
LI084	GUIZADO	LI292	VALDIVIESO
LI113	LANDA	LI325	JOCKEY

LI143	U DE LIMA	LI342	MOCHICA
LI153	OBREROS	LI368	ALIANZA
LI185	PORVENIR	LI396	CARBAJAL
LI219	SAN PABLO	LI403	CHUSIS
LI231	SAPOSOA		



Figura 3.1 BTSs del BSC01SMI

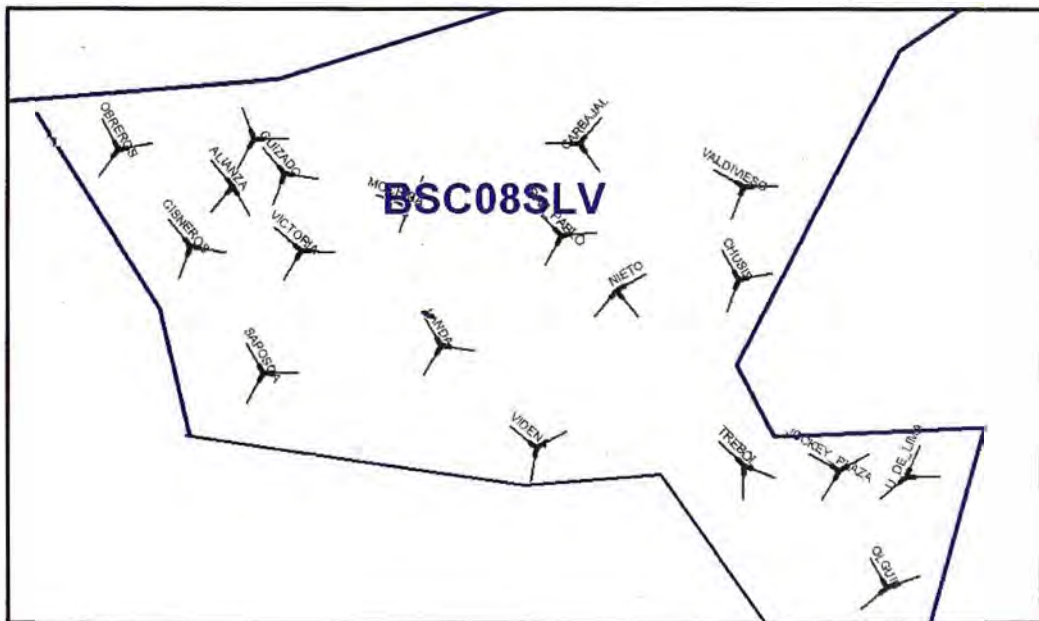


Figura 3.2 BTSs del BSC08SLV

La distribución de las BTS para cada BSC se realiza considerando el área geográfica que éstas cubren, por ejemplo, en el caso de la BSC01SMI controla BTSs que dan

cobertura a los distritos de Miraflores y San Isidro, en el caso de la BSC08SLV controla BTSs que dan cobertura a los distritos de La Victoria, Ate y cierta parte de Surco. Por lo general la cobertura de las BTSs están conformados 03 sectores, tanto en la banda de 850, como en 1900. Existen algunos casos particulares en los cuales tengamos 02 sectores o hasta 05 sectores.

Para el caso de las TRAUs están se encuentran instaladas en la misma sala de equipos que los BSCs y son asignadas en grupos de 04 por cada BSC.

3.1.2 Componentes de la Red GSM

BSC (Base Station Controller o Controlador de Estaciones Base)

El modelo del BSC que se encuentra implementado en la red GSM es “High Capacity BSC/120 rack” y sus características son las siguientes:

- Intensidad de Trafico Total (Erlang): 4800
- Numero de TRXs a controlar: 900
- Numero de Cells a controlar: 400
- Numero de TRAUs a controlar: 48
- Capacidad para conectar y administrar hasta 120 líneas PCM.
- Software instalado: HB010027.SWL

TRAU (Unidad Transcoder y Adaptadora de Velocidad)

El modelo de la TRAU que se encuentra implementado en la red GSM es “High Capacity TRAU/960 rack” y sus características son las siguientes:

- 8 + (8) PCM30 con Canales de Trafico de 16 Kbit/s desde el BSC (Controlador de Estaciones Base).
- 32 PCM30 con Canales de Trafico de 64 Kbit/s hacia el MSC (Centro de Conmutación de servicios Móviles).
- Número de Transcoders: 960.
- Software instalado: HT030019.SWL

BTS (Base Transceiver Station o Transceptor de la Estación Base)

Los modelos y características de las BTSs que se encuentran implementadas en la red GSM son las siguientes:

Macro BTS BS240XL II Base y Extensión Rack

Los racks Base y Extensión 240XL II se caracterizan por ser Indoor, es decir deben ser instalados dentro de una sala de equipos con una ventilación adecuada, no deben colocarse en la intemperie.

Pueden ser equipados con un máximo de 24 unidades portadoras con el uso de los módulos ECU y hasta 48 unidades portadoras utilizando los módulos FCU, también se puede usar combinaciones de ambos. Logrando así una configuración máxima de 8+8+8 / 8+8+8 en las bandas de 850 y 1900 respectivamente, para lograr dicha configuración se debe utilizar 01 Base Rack y 01 Extensión Rack (máxima configuración).

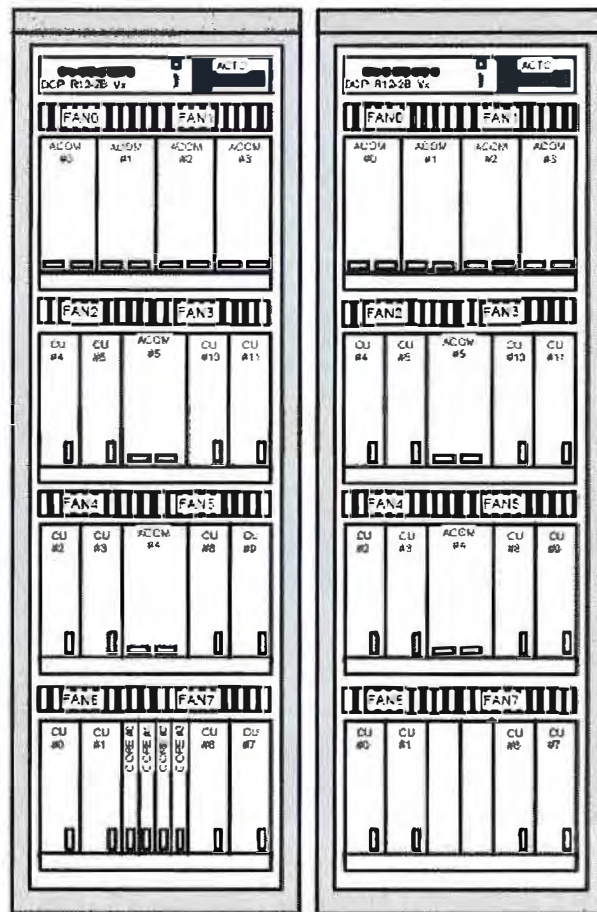


Figura 3.3 Macro BTS BS240XL II

En el caso particular de la Red GSM de Movistar el voltaje de alimentación para estos equipos es de -48 VDC, esto se debe a que Movistar tiene una Planta de Energía existente a +24 VDC, para lo cual ellos nos suministran breakers de 100 Amperios, la cantidad a suministrar depende del consumo de la BTS, estos generalmente se encuentran ubicados en un PDB (Power Distribution Breaker) o rectificador existente. Para realizar la conversión de +24 VDC a -48 VDC se utilizan unos convertidores DC-DC marca Eltek, los cuales se instalaron en pequeño rack de 19”.

Las características de estos convertidores son las siguientes:

- Rango de Voltaje de Entrada: 19.8 – 32 VDC
- Rango de Voltaje de Salida: 43 – 59 VDC
- Potencia de Salida: 1250 Watts



Figura 3.4 Conversor DC-DC Eltek

En la siguiente figura presentamos un esquema de la conexión de energía para las BTS BS240XL II.

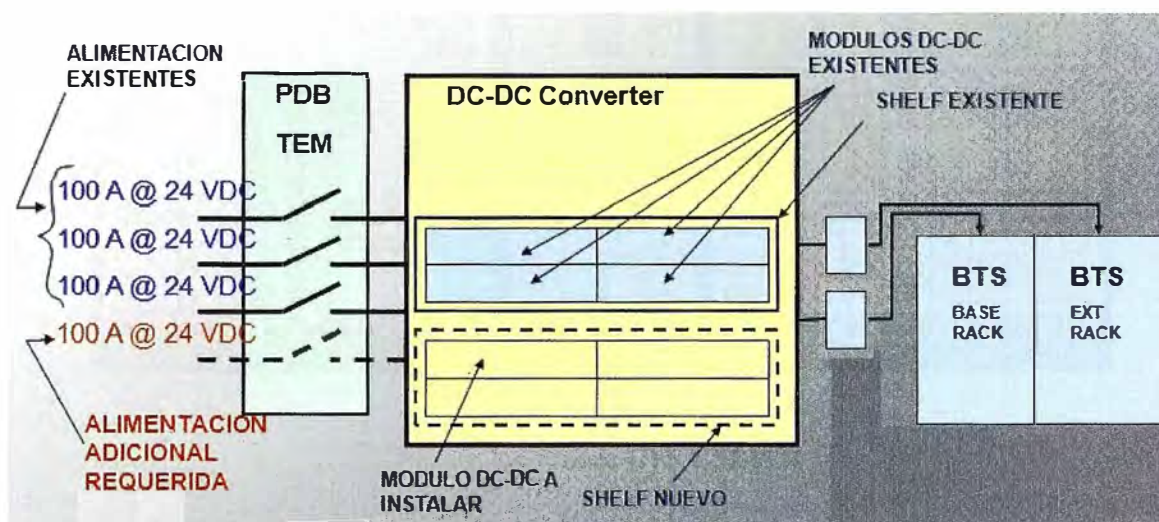


Figura 3.5 Esquema de Conexión

Macro BTS BS241 II Base, Extensión, Service1 y Service 2 Rack

Los racks Base, Extensión, Service1 y Service2 241 II se caracterizan por ser outdoor, es decir pueden ser instalados en la intemperie como también en una sala de equipos con una ventilación adecuada.

Estos pueden ser equipados con un máximo de 24 unidades portadoras con el uso de los módulos ECU y hasta 48 unidades portadoras utilizando los módulos FCU, también se puede usar combinaciones de ambos. Logrando una configuración máxima de 8+8+8 / 8+8+8 en las bandas de 850 y 1900, para lograr dicha configuración se debe utilizar 01 Base Rack y 02 Extensión Rack (máxima configuración).

El voltaje de alimentación para la BTS BS241 II es de 230 VAC / 60 Hz y se utiliza el rack Service1, el cual cuenta con un frame de rectificadores cada de uno de ellos con una potencia de salida de 1600 Watts (AC/DC – 230/-48), dicho frame puede alojar hasta 06 rectificadores, el 6to rectificador realiza la labor de redundancia.

Además cuenta con el panel de breakers DC, para poder así energizar los demás racks a instalar, también se puede instalar 01 equipo de enlace Microondas, así como también un máximo de 02 bancos de baterías, los cuales realizan la función de backup cada vez que la red de energía comercial presente fallas.

El rack Service2 se utiliza para ampliar autonomía de la BTS, ya que en el podemos instalar hasta 03 bancos adicionales a los instalados en el rack Service1, lo que hace un total de 05 bancos de baterías, la duración de las baterías dependerá del consumo de la BTS. También podemos instalar 01 equipo de enlace Microondas.

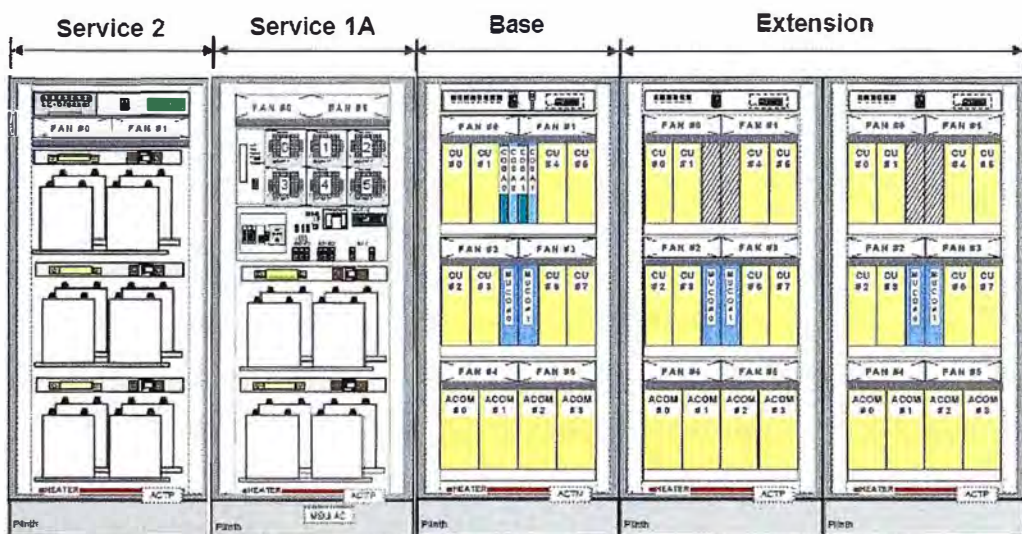


Figura 3.6 Macro BTS BS241 II

Micro BTS BS82 II Base y Extensión Rack

Los racks Base y Extensión 82 II se caracterizan por ser outdoor, es decir pueden ser instalados en la intemperie como también en una sala de equipos con una ventilación adecuada.

Estos pueden ser equipados con un máximo de 6 unidades portadoras con el uso de los módulos ECU y hasta 12 unidades portadoras utilizando los módulos FCU, también se puede usar combinaciones de ambos. Logrando una configuración máxima de 4+4+4 / 0+0+0 ó 0+0+0 / 4+4+4 en las bandas de 850 y 1900, para lograr dicha configuración se debe utilizar 01 Base Rack y 02 Extensión Rack (máxima configuración).

El voltaje de alimentación para la Micro BTS BS82 II es de 230 VAC, cuenta con un pequeño banco de batería, el cual realiza la función de backup cada vez que la red de energía comercial presente fallas, y tiene una duración de 20 minutos, tiene el suficiente espacio para instalar 01 equipo de enlace Microondas.

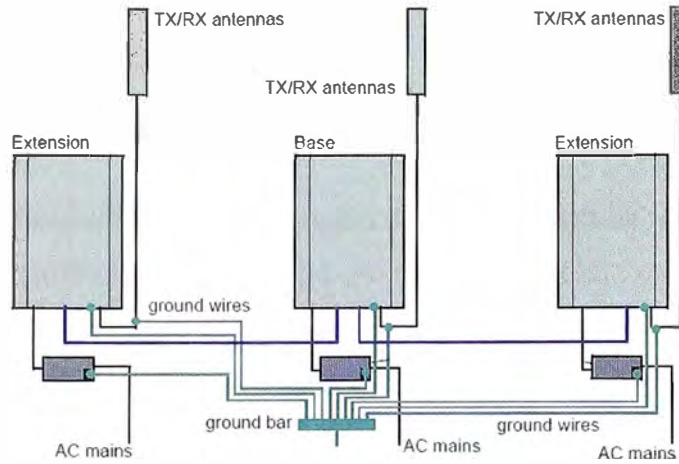


Figura 3.7 Micro BTS BS82 II

El Software instalado en las Macro y MicroBTS es: HS011740.SWL

3.1.3 Módulos Principales de las Macro y Micro BTS

Las BTS que tenemos instaladas en la Red GSM de Movistar son Dual Band, es decir en ellas podemos albergar módulos de 02 bandas distintas, en este caso tenemos módulos de la banda de 850 y 1900. Dentro de los principales módulos tenemos:

Coba 4P12 (Core Basis)

La Coba controla de manera completa la BTS, sus principales funciones son:

- Administra las interfaces Abis hacia el BSC.
- Enruta la información de la interface Abis a las unidades portadoras (Carrier Units)
- Administra una interface para la gestión local (O&M).
- Genera el sistema de reloj (sincronismo)

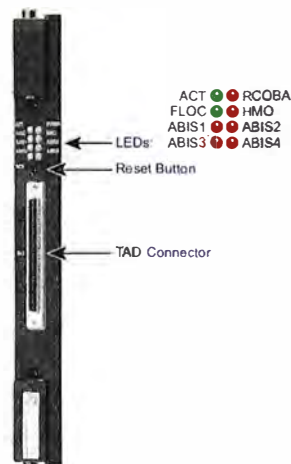


Figura 3.8 Coba 4P12

ECU (Edge Carrier Unit)

La ECU es aquel modulo que tiene 01 unidad portadora, la cual realiza la función de transmisión y recepción, sus principales funciones son:

- Realiza la conversión de la información digital que llega de la Coda en una señal de RF amplificada (TX). Tiene un puerto de Transmisión.
- Tiene 02 receptores independientes, suministrando de esta manera la función de diversidad. Tiene 02 puertos de Recepción. (Principal y Diversidad)
- Tiene un consumo de 220 Watts.
- Existe una diversidad de módulos ECU, este depende de la banda en que se trabaja.

Tabla 3.3 Potencia de Salida RF Modulo ECU

Tipo de Modulación		Potencia de Salida RF (Garantizado)				Potencia de Salida RF (Típico)			
		GMSK		8-PSK		GMSK		8-PSK	
Frecuencia	Modulo	dBm	Watts	dBm	Watts	dBm	Watts	dBm	Watts
GSM 850	ECU 850	48	63	46	40	48,3	68	46,3	43
GSM 900	ECU 900	48	63	46	40	48,3	68	46,3	43
GSM 1800	ECU 1800	48	63	45	32	48,3	68	45,3	34
GSM 1900	ECU 1900	48	63	45	32	48,3	68	45,3	34

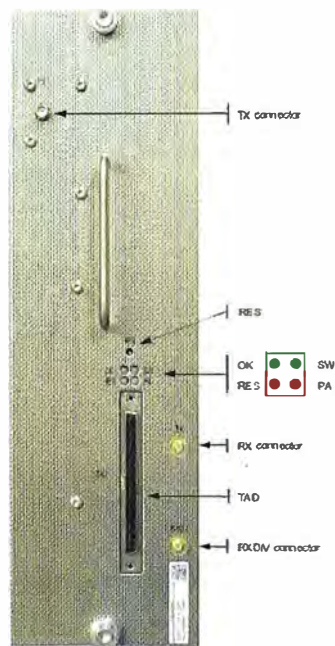


Figura 3.9 Modulo ECU

FCU (Flexible Carrier Unit)

La FCU es aquel modulo que tiene 02 unidades portadoras, es como tener 02 ECUs en un solo modulo, sus principales funciones son:

- Realiza la conversión de la información digital que llega de la Coda en una señal de RF amplificada (TX). Tiene 02 puertos de Transmisión independientes, uno por cada unidad portadora.
- Tiene 04 receptores independientes, suministrando de esta manera la función de diversidad. Tiene 02 puertos de Recepción por cada unidad portadora (Principal y Diversidad).
- Tiene un consumo de 310 Watts.
- Existe una diversidad de FCU, esta depende de la banda en que se trabaja.

Tabla 3.4 Potencia de Salida RF Modulo FCU

Tipo de Modulación		Potencia de Salida RF (Garantizado)				Potencia de Salida RF (Típico)			
		GMSK		8-PSK		GMSK		8-PSK	
Frecuencia	Modulo	dBm	Watts	dBm	Watts	dBm	Watts	dBm	Watts
GSM 850	FCU 850	46,7	46,8	43,7	23,4	47	50	44	25
GSM 900	FCU 900	46,7	46,8	43,7	23,4	47	50	44	25
GSM 1800	FCU 1800	46,7	46,8	43,7	23,4	47	50	44	25
GSM 1900	FCU 1900	46,7	46,8	43,7	23,4	47	50	44	25

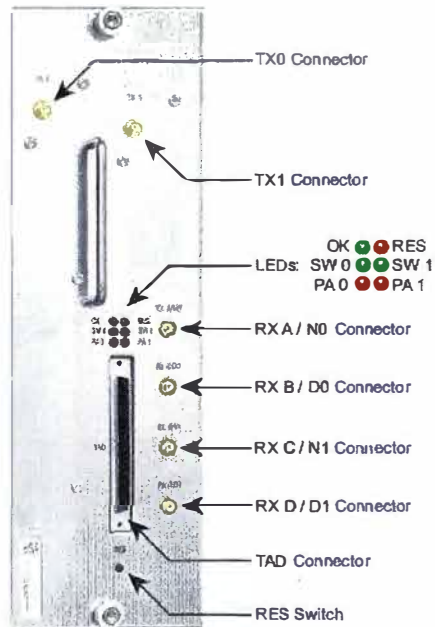


Figura 3.10 Modulo FCU

FDuamco (Flexible Duplexer Amplifier Multicoupler)

El Fduamco es un modulo combinador, el cual presenta las principales funciones son:

- Duplexa la trayectoria de la TX y RX, a través de 01 solo cable alimentador (feeder) hacia 01 antena común.
- Amplifica y divide la señal de RX de la antena hacia la unidades portadoras (ECU y/o FCU).
- Acoplador de las trayectorias de las TXs de las unidades portadoras (ECU y/o FCU) hacia 01 antena común.
- Cada Fduamco soporta hasta 04 unidades portadoras (ECU y/o FCU)
- Soporta TMA (Tower Mounted Amplifier / Amplificador Montado en Torre), no se utiliza en la Red GSM de Movistar.
- Se conectan hasta 02 líneas de sistema radiante (feeders), hacia la antena.
- Tiene un consumo de 43 Watts.

Tabla 3.5 Características del Modulo FDUAMCO

MODO DE COMBINADOR	PERDIDA DE INSERCIÓN TX (dB)	FIGURA DE RUIDO (dB)	GANANCIA (dB)
FDUAMCO 850/900	≤ 5.4	< 3.6	20.0 ± 1.5
FDUAMCO 1800/1900	≤ 5.4	< 3.6	22.0 ± 1.5



Figura 3.11 Modulo FDUAMCO

3.2 Impacto de Crecimiento de Red en los diferentes Subsistemas

El impacto del Crecimiento de Capacidad de Red se realizó en el Centro de Operación y Mantenimiento (OSS), ya que al realizar un cambio de Software en los equipos que conforman el Subsistema de Estaciones Base (BSS), es necesario realizar el cambio de Software para que ambos sistemas sean compatibles y no tener

problemas posteriores con la gestión de Red. En el caso del Subsistema de Red (NSS) no fue necesario ya que este contaba con la suficiente capacidad para soportar la cantidad de TRXs adicionales y por ende el tráfico adicional que podrían cursar.

El Centro de Operación y Mantenimiento se encuentra conformado por el siguiente equipamiento:

- 01 OMP: Procesador de Operación y Mantenimiento, el cual procesa todas las tareas de supervisión y control
- 03 OMT: Terminal de Operación y Mantenimiento, los cuales nos ayudan a operar las tareas de supervisión y control.

Las características de cada de uno de los equipos son las siguientes:

Tabla 3.6 Características de los Equipos del OSS

	SERVIDOR	CPU	MEMORIA	DISCO DURO INTERNO	CARACTERISTICAS
OMP	SUN FIRE 4900	4 x 1200 MHz	16 GB	2 x 72 GB	PRINCIPAL
OMT 1	SUN BLADE 150	1 x 650 MHz	1024 MB	1 x 36 GB	TERMINAL
OMT 2	SUN BLADE 150	1 x 650 MHz </td <td>1024 MB</td> <td>1 x 36 GB</td> <td>TERMINAL</td>	1024 MB	1 x 36 GB	TERMINAL
OMT 3	SUN FIRE V490	4 x 1500 MHz	32 768 MB	2 x 146 GB	PLATAFORMA GRAFICA

La topología del Centro de Operación y Mantenimiento es la siguiente:

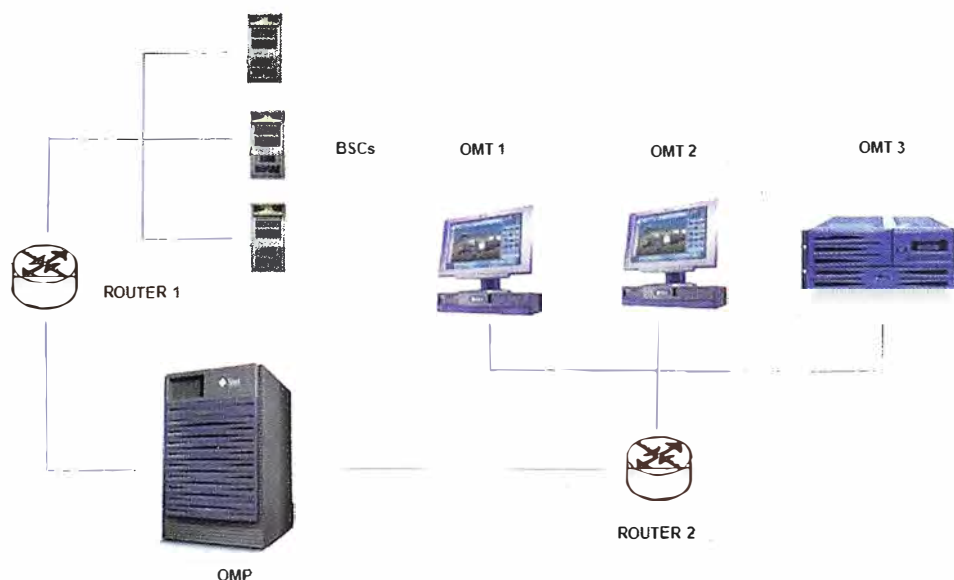


Figura 3.12 Arquitectura del OSS

Para realizar el update de software a los todos los servidores sin tener que dejar sin gestión a la Red, se realiza de la siguiente manera:

- Se realiza el update de software al OMT 3 y se le instalan todas las aplicaciones para que este funcione como el OMP al cual llamaremos “OMP New” y en paralelo se realiza el update de software al OMT 1 y se le instalan todas las aplicaciones para que este funcione como OMT 3 al cual llamaremos “OMT 3 New”, para que luego estos reemplacen al OMP y OMT 3 actuales y de esta manera continuar con la gestión de la Red.
- Seguidamente se realiza el update de software respectivo al OMP y al OMT 2.
- Luego de esto se reemplaza el “OMP New” por el OMP al cual ya se le realizó el update de software, así como también el OMT 2 con su nuevo software.
- Finalmente al “OMP New” y al “OMT 3” se les realiza los updates de software respectivo y se les instala las aplicaciones para que realicen su anterior función que son OMT 3 y OMT 1 respectivamente.

3.3 Ampliación a Nivel de Programación y Equipamiento

La Ampliación de Capacidad en la Red GSM de Movistar considera los diferentes trabajos:

- Implementación de Módulos ECUs, FCUs 850, 1900.
- Implementación de Módulos Fduamcos 850, 1900.
- Implementación de E1s adicionales.
- Ampliación de Capacidad de Planta de Energía, Conversores DC-DC, Rectificadores AC/DC.
- Implementación de Nuevo Sistema Radiante.
- Habilitación del Espectro necesario para poner en servicio los TRXs instalados.
- Puesta en Servicio de los TRXs adicionales.

De acuerdo a los Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) que se han obtenido y como resultado de su posterior análisis, se ha determinado que se deben realizar ampliaciones de capacidad a 270 Estaciones Base de 397 que conforman la Red GSM.

Cada Estación Base (BTS) tiene diferentes configuraciones, por lo tanto cada una de ellas tiene diferentes prioridades, estas se definen básicamente considerando el porcentaje de utilización y bloqueo que tienen los sectores de la Estación Base, el cual no debe ser mayor al 85% y al 2% respectivamente, además la proyección de tráfico que se debe considerar debido al incremento de los usuarios que se realiza de forma periódica.

Las configuraciones iniciales y finales de las Estaciones Base en las bandas de 850 y 1900 y las prioridades que deberá de tener cada una de ellas son las siguientes:

Tabla 3.7 Prioridades, Configuraciones Iniciales y Finales de las Estaciones Base a Ampliar

SITE CODE	SITE NAME	BTS KIND	CONF INICIAL (850/1900)	CONF FINAL (850/1900)	PRIORIDAD	BSC
LI001	AEROLAP	BS241 II	222 / 222	222 / 424	1	BSC03SLV
LI006	ANCON	BS240XL II	730 / 430	740 / 630	1	BSC05SLV
LI040	CARABAYA	BS240XL II	446 / 222	446 / 646	1	BSC06SLV
LI049	AV_ABANCAY	BS240XL II	688 / 444	688 / 466	1	BSC06SLV
LI052	CERVELLI	BS240XL II	455 / 442	455 / 666	1	BSC02SLV
LI056	CHANCAY	BS240XL II	434 / 222	444 / 644	1	BSC02SMA
LI081	FRANCIA	BS240XL II	433 / 222	444 / 624	1	BSC06SLV
LI095	IHUANCO	BS240XL II	364 / 242	464 / 244	1	BSC11SMA
LI097	INGENIEROS	BS240XL II	556 / 444	556 / 646	1	BSC05SMA
LI113	LANDA	BS240XL II	444 / 444	444 / 646	1	BSC08SLV
LI158	FLAMENGOS	BS240XL II	467 / 444	467 / 666	1	BSC05SMA
LI168	PARAMONGA	BS240XL II	333 / 222	444 / 244	1	BSC02SMA
LI171	JR_PUNO	BS240XL II	648 / 444	648 / 646	1	BSC06SLV
LI179	MALA	BS240XL II	383 / 282	484 / 282	1	BSC11SMA
LI188	VEGUETA	BS240XL II	343 / 222	444 / 464	1	BSC02SMA
LI194	CHOQUE	BS240XL II	888 / 4448	888 / 6448	1	BSC08SMA
LI222	STA_ANITA	BS240XL II	864 / 444	864 / 646	1	BSC10SMA
LI225	SANTACRUZ	BS240XL II	444 / 222	444 / 422	1	BSC01SMI
LI230	SABINA	BS240XL II	565 / 444	565 / 664	1	BSC03SMA
LI234	SUPE	BS241 II	440 / 220	440 / 660	1	BSC02SMA
LI260	MANCHAY	BS240XL II	422 / 000	444 / 444	1	BSC05SMA
LI272	UNIFE	BS240XL II	444 / 222	444 / 442	1	BSC05SMA
LI306	GRAU	BS241 II	446 / 444	446 / 446	1	BSC06SLV
LI007	JULIANA	BS240XL II	454 / 224	454 / 446	2	BSC01SMI
LI013	INGENIERIA	BS240XL II	856 / 444	856 / 666	2	BSC03SMA
LI014	BARRANCA	BS240XL II	4461 / 226	4461 / 626	2	BSC02SMA
LI026	VENTURO	BS240XL II	445 / 444	445 / 446	2	BSC04SLV
LI039	CAPULLANA	BS240XL II	444 / 222	444 / 646	2	BSC04SLV
LI054	CHALACO	BS240XL II	343 / 222	444 / 464	2	BSC06SLV
LI057	CHAVEZ	BS240XL II	442 / 222	444 / 224	2	BSC07SLV
LI073	REMANSO	BS240XL II	444 / 222	444 / 644	2	BSC05SMA
LI080	FORTALEZA	BS240XL II	848 / 844	848 / 846	2	BSC10SMA
LI091	IMPERIO	BS240XL II	546 / 444	546 / 666	2	BSC06SLV
LI102	KM14_SUR	BS241 II	844 / 444	844 / 666	2	BSC06SMA
LI120	INMACULADA	BS240XL II	446 / 444	446 / 446	2	BSC04SLV
LI133	CACERES	BS240XL II	885 / 464	885 / 666	2	BSC01SMA

LI136	MAURTUA	BS240XL II	222 / 222	224 / 224	2	BSC01SMI
LI145	MOVILINE	BS240XL II	546 / 444	546 / 644	2	BSC01SMI
LI174	GEOGRAFICO	BS240XL II	545 / 442	545 / 466	2	BSC04SMA
LI187	PTE_NUEVO	BS240XL II	655 / 464	655 / 664	2	BSC10SMA
LI205	RIMAC	BS240XL II	857 / 444	857 / 666	2	BSC06SLV
LI243	LOS_PERROS	BS240XL II	666 / 444	666 / 666	2	BSC05SLV
LI255	ZARATE	BS240XL II	545 / 444	545 / 646	2	BSC10SMA
LI256	CHIMU	BS240XL II	558 / 444	558 / 446	2	BSC10SMA
LI257	UNION	BS240XL II	445 / 444	445 / 666	2	BSC03SMA
LI273	PERU	BS241 II	444 / 444	444 / 464	2	BSC03SLV
LI274	CONDOROS	BS241 II	440 / 220	440 / 420	2	BSC10SLV
LI280	HUACHO	BS241 II	488 / 444	488 / 666	2	BSC02SMA
LI281	BARRANCO	BS241 II	444 / 222	444 / 226	2	BSC06SMA
LI290	LIBERTAD	BS241 II	848 / 444	848 / 664	2	BSC09SMA
LI293	CHANCAS	BS241 II	654 / 444	654 / 664	2	BSC10SMA
LI300	ESPECIALES	BS241 II	444 / 444	444 / 644	2	BSC01SMA
LI310	SOL	BS241 II	444 / 222	444 / 666	2	BSC01SMA
LI321	BACKUS	BS241 II	464 / 000	464 / 444	2	BSC10SMA
LI329	AZUCENAS	BS241 II	745 / 444	745 / 644	2	BSC01SLV
LI360	PALACIO_MUNICIPAL	BS82 II	220 / 000	240 / 000	2	BSC06SLV
LI361	JR_ANCASH	BS241 II	655 / 444	655 / 644	2	BSC06SMA
LI016	B_ALTOS	BS240XL II	454 / 242	454 / 444	3	BSC06SLV
LI025	DUENAS	BS240XL II	844 / 444	844 / 644	3	BSC03SMA
LI032	LIMATAMBO	BS240XL II	554 / 444	554 / 666	3	BSC02SLV
LI041	CARABAYLLO	BS240XL II	7862 / 444	7862 / 666	3	BSC08SMA
LI048	CEMENTOS	BS240XL II	443 / 222	444 / 664	3	BSC09SLV
LI070	DELFINES	BS240XL II	243 / 222	244 / 242	3	BSC01SMI
LI088	HERAS	BS240XL II	444 / 424	444 / 466	3	BSC07SLV
LI099	JOSE_LEAL	BS240XL II	444 / 444	444 / 644	3	BSC07SLV
LI119	ESCUELA	BS240XL II	546 / 242	546 / 444	3	BSC06SMA
LI122	LOMA	BS240XL II	474 / 224	474 / 264	3	BSC04SLV
LI127	LURIN	BS240XL II	440 / 440	440 / 460	3	BSC09SLV
LI128	LUYO	BS240XL II	445 / 444	445 / 646	3	BSC03SMA
LI129	MAGDALENA	BS240XL II	565 / 444	565 / 464	3	BSC07SMA
LI130	MAGNOLIAS	BS240XL II	544 / 443	544 / 464	3	BSC02SLV
LI131	MANZANOS	BS240XL II	884 / 444	884 / 664	3	BSC06SLV
LI140	MINKA	BS240XL II	640 / 420	640 / 640	3	BSC03SLV
LI149	NEGRITOS	BS240XL II	863 / 444	864 / 464	3	BSC02SMA
LI154	OLIVOS	BS240XL II	546 / 444	546 / 666	3	BSC01SLV
LI160	EL_SOL	BS240XL II	565 / 444	565 / 466	3	BSC06SMA
LI180	PIEROLA	BS240XL II	454 / 242	454 / 662	3	BSC06SLV
LI189	PRO	BS240XL II	888 / 444	888 / 666	3	BSC09SMA
LI190	PROLIMA	BS240XL II	546 / 444	546 / 446	3	BSC08SMA
LI191	ATOCONGO	BS240XL II	475 / 444	475 / 666	3	BSC04SLV
LI212	HILARION	BS240XL II	565 / 444	565 / 664	3	BSC01SMA
LI219	SAN_PABLO	BS240XL II	854 / 444	854 / 644	3	BSC08SLV
LI224	SANTACLARA	BS240XL II	685 / 444	685 / 664	3	BSC10SLV
LI245	VILLAMARIA	BS240XL II	888 / 444	888 / 666	3	BSC06SMA
LI277	BENAVIDES	BS241 II	444 / 222	444 / 664	3	BSC01SMI
LI291	URA BARRANCA	BS241 II	544 / 433	544 / 666	3	BSC02SMA
LI307	TAHUANTINSUYO	BS241 II	444 / 444	444 / 644	3	BSC01SLV
LI316	CAPSA	BS241 II	546 / 444	546 / 646	3	BSC03SLV

LI320	URA_CANETE	BS241 II	488 / 444	488 / 464	3	BSC11SMA
LI334	JAPON	BS241 II	558 / 444	558 / 446	3	BSC08SMA
LI338	CALLE_18	BS241 II	558 / 444	558 / 446	3	BSC01SMA
LI343	HIEDRA	BS241 II	644 / 444	644 / 644	3	BSC01SLV
LI373	ASBESTOS	BS241 II	664 / 444	664 / 664	3	BSC01SMA
LI012	AURORA	BS240XL II	444 / 422	444 / 446	4	BSC01SMI
LI020	BELLAUNION	BS240XL II	444 / 422	444 / 444	4	BSC03SMA
LI036	CANETE	BS240XL II	458 / 444	458 / 446	4	BSC11SMA
LI038	VINAS	BS240XL II	656 / 422	656 / 666	4	BSC05SMA
LI053	PRIMAVERA	BS240XL II	645 / 242	645 / 644	4	BSC04SLV
LI058	CIENEGUILLA	BS240XL II	340 / 220	440 / 260	4	BSC05SMA
LI063	CONDEVILLA	BS240XL II	454 / 444	454 / 644	4	BSC03SLV
LI077	FIORI	BS240XL II	858 / 444	858 / 646	4	BSC01SLV
LI090	HUACHIPA	BS240XL II	556 / 444	556 / 646	4	BSC10SLV
LI093	CARAPONGO	BS240XL II	588 / 4848	588 / 4868	4	BSC10SLV
LI101	JUSTICIA	BS240XL II	684 / 442	684 / 464	4	BSC06SLV
LI146	POLO	BS240XL II	464 / 244	464 / 464	4	BSC04SLV
LI152	GUTIERREZ	BS240XL II	634 / 433	644 / 433	4	BSC01SMI
LI164	PALAO	BS240XL II	535 / 224	545 / 444	4	BSC03SMA
LI165	PAMPILLA	BS240XL II	440 / 440	440 / 460	4	BSC05SLV
LI181	PINOS	BS240XL II	344 / 244	444 / 264	4	BSC04SMA
LI216	GUZMAN	BS240XL II	565 / 444	565 / 664	4	BSC06SMA
LI233	SHELL	BS240XL II	464 / 444	464 / 464	4	BSC01SMI
LI235	SURQUILLO	BS241 II	544 / 444	544 / 446	4	BSC02SLV
LI246	CONCHITAS	BS240XL II	588 / 444	588 / 466	4	BSC09SLV
LI248	VINZOS	BS240XL II	745 / 244	745 / 644	4	BSC07SMA
LI251	VOLVO	BS240XL II	744 / 444	744 / 646	4	BSC10SMA
LI259	LOYOLA	BS240XL II	646 / 222	646 / 444	4	BSC05SMA
LI262	PERSHING	BS240XL II	654 / 000	654 / 444	4	BSC07SMA
LI278	NIETO	BS241 II	444 / 222	444 / 466	4	BSC08SLV
LI305	MEGAPLAZA	BS241 II	444 / 444	444 / 664	4	BSC01SLV
LI323	PLANTA_GLORIA	BS241 II	556 / 444	556 / 666	4	BSC10SLV
LI359	URA_HUAYCAN	BS241 II	855 / 444	855 / 644	4	BSC10SLV
LI362	BBVA	BS82 II	220 / 000	420 / 000	4	BSC04SMA
LI407	BANCO_COMERCIO	BS82 II	220 / 000	440 / 000	4	BSC04SMA
LI003	AERO_OVALO	BS240XL II	455 / 444	455 / 646	5	BSC03SLV
LI004	SAUCES	BS240XL II	564 / 444	564 / 666	5	BSC10SMA
LI005	SAN_FELIPE	BS240XL II	448 / 222	448 / 666	5	BSC07SMA
LI008	BEATRIZ	BS240XL II	548 / 44422	548 / 46622	5	BSC07SLV
LI009	DANSEY	BS240XL II	654 / 443	654 / 643	5	BSC03SMA
LI010	ARRIOLA	BS240XL II	435 / 444	445 / 444	5	BSC02SLV
LI017	CHACARILLA	BS241 II	446 / 422	446 / 444	5	BSC02SLV
LI018	BEGONIAS	BS240XL II	550 / 570	550 / 670	5	BSC04SMA
LI022	NAVAL	BS240XL II	444 / 333	444 / 343	5	BSC02SLV
LI023	PENTAGONITO	BS240XL II	458 / 422	458 / 446	5	BSC02SLV
LI024	CAMINO_INCA	BS240XL II	444 / 332	444 / 442	5	BSC04SLV
LI027	CALIFORNIA	BS240XL II	474 / 242	474 / 662	5	BSC10SLV
LI028	CALLAO	BS240XL II	445 / 434	445 / 464	5	BSC03SLV
LI029	QUINONES	BS240XL II	444 / 442	444 / 444	5	BSC02SLV
LI031	ATENTO	BS240XL II	440 / 420	440 / 440	5	BSC06SLV
LI034	PLASCENCIA	BS240XL II	444 / 232	444 / 434	5	BSC01SMI
LI042	JR_CARAZ	BS240XL II	444 / 423	444 / 443	5	BSC01SMI

LI043	CARRILLO	BS240XL II	434 / 422	444 / 442	5	BSC01SMI
LI045	JR_TALARA	BS240XL II	444 / 222	444 / 464	5	BSC03SLV
LI046	CEDROS	BS240XL II	444 / 442	444 / 444	5	BSC01SMI
LI050	DIENTE	BS241 II	848 / 424	848 / 624	5	BSC02SMA
LI147	NANA	BS240XL II	444 / 223	444 / 226	5	BSC10SLV
LI199	RANSA	BS240XL II	436 / 422	446 / 426	5	BSC03SLV
LI250	VIVANCO	BS240XL II	444 / 344	444 / 346	5	BSC04SLV
LI266	OYON	BS241 II	444 / 333	444 / 433	5	BSC01SMA
LI285	PRADO	BS241 II	745 / 444	745 / 646	5	BSC08SMA
LI298	RAUCANA	BS241 II	444 / 434	444 / 436	5	BSC10SLV
LI322	CHILLON	BS241 II	644 / 000	644 / 444	5	BSC08SMA
LI365	FUNDO_BARBADILLO	BS82 II	620 / 000	640 / 000	5	BSC10SLV
LI380	STA_MARCELA	BS241 II	444 / 444	444 / 464	5	BSC05SLV
LI047	TRESMARIAS	BS240XL II	856 / 444	856 / 644	6	BSC06SMA
LI055	CHAMAYA	BS240XL II	545 / 424	545 / 444	6	BSC03SMA
LI059	CISNEROS	BS240XL II	444 / 233	444 / 433	6	BSC08SLV
LI060	SAN_JUAN	BS240XL II	847 / 633	847 / 636	6	BSC04SLV
LI061	REGATAS	BS240XL II	340 / 230	440 / 430	6	BSC06SMA
LI066	CORVINA	BS240XL II	440 / 220	440 / 420	6	BSC09SLV
LI067	COSTAVERDE	BS240XL II	444 / 222	444 / 422	6	BSC01SMI
LI068	SAENZ_PENA	BS240XL II	444 / 442	444 / 444	6	BSC03SLV
LI071	ENCALADA	BS240XL II	444 / 222	444 / 464	6	BSC04SLV
LI072	PARQUE	BS240XL II	544 / 422	544 / 446	6	BSC04SMA
LI074	TREBOL	BS240XL II	584 / 422	584 / 446	6	BSC08SLV
LI075	ESPINAR	BS240XL II	444 / 224	444 / 446	6	BSC01SMI
LI078	UGARTE	BS240XL II	445 / 444	445 / 466	6	BSC04SMA
LI079	FONTANAR	BS240XL II	744 / 444	744 / 644	6	BSC05SMA
LI082	FRATERNIDAD	BS240XL II	444 / 433	444 / 444	6	BSC02SLV
LI083	AMERICAS	BS240XL II	444 / 222	444 / 446	6	BSC04SMA
LI084	GUIZADO	BS240XL II	686 / 444	686 / 466	6	BSC08SLV
LI085	GARZON	BS240XL II	446 / 344	446 / 346	6	BSC07SLV
LI086	CHALACA	BS240XL II	444 / 442	444 / 444	6	BSC07SMA
LI087	GUISSÉ	BS240XL II	444 / 422	444 / 442	6	BSC07SLV
LI089	HIGUERETA	BS240XL II	444 / 444	444 / 644	6	BSC04SLV
LI094	CHORRILLOS	BS240XL II	654 / 444	654 / 644	6	BSC06SMA
LI096	INDUSTRIAL	BS240XL II	444 / 222	444 / 646	6	BSC03SMA
LI098	JESUS_MARIA	BS240XL II	444 / 343	444 / 643	6	BSC07SLV
LI100	ARONA	BS240XL II	444 / 222	444 / 642	6	BSC04SMA
LI103	LA_CABANA	BS240XL II	344 / 224	444 / 224	6	BSC05SMA
LI104	FERIA	BS240XL II	244 / 444	444 / 664	6	BSC07SMA
LI105	CUEVA	BS240XL II	444 / 424	444 / 444	6	BSC07SMA
LI108	LA_PAZ	BS240XL II	444 / 222	444 / 424	6	BSC07SMA
LI109	RAZZURI	BS240XL II	444 / 222	444 / 446	6	BSC07SMA
LI112	LAMPA	BS240XL II	444 / 343	444 / 464	7	BSC06SLV
LI117	FLORES	BS240XL II	888 / 444	888 / 666	7	BSC01SMA
LI118	PALMAS	BS240XL II	645 / 444	645 / 644	7	BSC04SLV
LI121	CANDAMO	BS240XL II	444 / 434	444 / 446	7	BSC07SLV
LI124	LOZADA	BS240XL II	354 / 244	454 / 444	7	BSC07SMA
LI125	LUNAHUANA	BS240XL II	320 / 220	420 / 220	7	BSC11SMA
LI126	LURIN_ET	BS240XL II	344 / 244	444 / 244	7	BSC09SLV
LI135	MATUCANA	BS240XL II	330 / 220	440 / 220	7	BSC10SLV
LI138	MEXICO	BS240XL II	444 / 422	444 / 442	7	BSC07SLV

LI141	GRIMALDO	BS240XL II	444 / 44322	444 / 64422	7	BSC01SMI
LI142	MOLINOS	BS240XL II	343 / 222	444 / 262	7	BSC03SLV
LI148	NARANJAL	BS240XL II	455 / 444	455 / 664	7	BSC01SLV
LI150	NESTLE	BS82 II	400 / 200	400 / 400	7	BSC05SMA
LI151	MATELLINI	BS240XL II	444 / 343	444 / 344	7	BSC06SMA
LI153	OBREROS	BS240XL II	546 / 444	546 / 646	7	BSC08SLV
LI155	PAREDES	BS240XL II	455 / 284	455 / 466	7	BSC07SLV
LI156	OQUENDO	BS240XL II	455 / 242	455 / 444	7	BSC03SLV
LI157	CORDOVA	BS240XL II	444 / 222	444 / 442	7	BSC01SMI
LI163	MIRAFLORES	BS240XL II	467 / 444	467 / 466	7	BSC01SMI
LI166	GARDENIAS	BS240XL II	445 / 444	445 / 466	7	BSC04SLV
LI167	PARADISE	BS240XL II	320 / 220	420 / 220	7	BSC01SMI
LI170	PARQUEBAJO	BS240XL II	444 / 224	444 / 446	7	BSC06SMA
LI172	PARURO	BS240XL II	644 / 443	644 / 643	7	BSC06SLV
LI173	CAPECO	BS240XL II	868 / 844	868 / 666	7	BSC07SLV
LI175	PERRICHOLI	BS240XL II	445 / 434	445 / 464	7	BSC04SMA
LI176	CARRION	BS240XL II	644 / 444	644 / 644	7	BSC07SMA
LI178	PETROPERU	BS82 II	200 / 000	400 / 000	7	BSC04SMA
LI182	PIZZAS	BS240XL II	444 / 444	444 / 464	7	BSC01SMI
LI183	PESCADORES	BS241 II	444 / 222	444 / 464	7	BSC07SMA
LI185	PORVENIR	BS240XL II	454 / 444	454 / 464	7	BSC08SLV
LI186	PRAGA	BS240XL II	446 / 222	446 / 646	8	BSC04SMA
LI192	BUTTERS	BS240XL II	444 / 434	444 / 444	8	BSC01SMI
LI193	EL_TROME	BS240XL II	674 / 444	674 / 464	8	BSC05SLV
LI203	REYNOSO	BS240XL II	774 / 444	774 / 646	8	BSC03SLV
LI204	RICHARDSON	BS240XL II	444 / 444	444 / 644	8	BSC06SMA
LI206	J_PRADO	BS240XL II	444 / 444	444 / 644	8	BSC02SLV
LI208	CANAVAL	BS240XL II	445 / 444	445 / 446	8	BSC04SMA
LI211	ARTES	BS240XL II	434 / 434	444 / 444	8	BSC02SLV
LI213	SAN_ISIDRO	BS240XL II	445 / 424	445 / 446	8	BSC04SMA
LI214	CAMINO_REAL	BS240XL II	244 / 244	444 / 444	8	BSC04SMA
LI215	VENEZUELA	BS240XL II	445 / 222	445 / 266	8	BSC07SMA
LI217	COVIDA	BS240XL II	455 / 444	455 / 446	8	BSC01SLV
LI218	ESCARDO	BS240XL II	644 / 444	644 / 446	8	BSC07SMA
LI220	SAN_RAFAEL	BS240XL II	444 / 323	444 / 343	8	BSC03SMA
LI221	SAN_MIGUEL	BS240XL II	458 / 644	458 / 666	8	BSC07SMA
LI223	CATALINA	BS240XL II	444 / 444	444 / 644	8	BSC07SLV
LI228	PERA	BS240XL II	444 / 343	444 / 344	8	BSC01SMI
LI229	SANTA_ROSA	BS240XL II	554 / 444	554 / 644	8	BSC03SLV
LI231	SAPOSOA	BS240XL II	454 / 444	454 / 446	8	BSC08SLV
LI240	TAMAYO	BS240XL II	544 / 442	544 / 664	8	BSC04SMA
LI241	OLGUIN	BS240XL II	424 / 424	444 / 444	8	BSC08SLV
LI242	COLONIAL	BS240XL II	446 / 442	446 / 444	8	BSC03SMA
LI244	VICTORIA	BS240XL II	554 / 444	554 / 664	8	BSC08SLV
LI247	VILLARAN	BS240XL II	444 / 322	444 / 324	8	BSC02SLV
LI252	WASHINGTON	BS240XL II	846 / 484	846 / 486	8	BSC03SMA
LI253	ZAFIROS	BS240XL II	434 / 324	444 / 644	8	BSC07SMA
LI258	CRUCES_GRADES	BS240XL II	330 / 220	440 / 220	8	BSC02SMA
LI263	CAJATAMBO	BS241 II	200 / 000	400 / 000	8	BSC01SMA
LI275	IPSS	BS241 II	644 / 444	644 / 646	8	BSC07SLV
LI276	ARAMBURU	BS241 II	444 / 433	444 / 634	8	BSC04SMA
LI282	IQUIQUE	BS241 II	444 / 444	444 / 646	8	BSC03SMA

LI284	FELIPE	BS241 II	444 / 444	444 / 664	9	BSC02SLV
LI289	PARRALES	BS241 II	445 / 444	545 / 644	9	BSC06SMA
LI294	UCHUMAYO	BS241 II	444 / 332	444 / 644	9	BSC08SMA
LI295	BUCARAMANGA	BS241 II	465 / 444	465 / 464	9	BSC05SMA
LI301	DAMMERT	BS241 II	444 / 222	444 / 264	9	BSC04SMA
LI308	TOTTUS	BS241 II	646 / 444	646 / 644	9	BSC03SLV
LI311	ESTADIO	BS241 II	554 / 444	554 / 466	9	BSC07SLV
LI313	QUIROZ_TRAF	BS241 II	444 / 444	444 / 644	9	BSC10SMA
LI319	VILLA_ELSALVADOR3	BS241 II	000 / 444	000 / 466	9	BSC09SLV
LI324	PLAZA_SUR_II	BS241 II	000 / 444	000 / 446	9	BSC06SMA
LI325	JOCKEY	BS241 II	444 / 444	444 / 446	9	BSC08SLV
LI331	DAMASCO	BS241 II	644 / 444	644 / 644	9	BSC01SLV
LI337	SAN_ORLANDO	BS241 II	544 / 444	544 / 644	9	BSC03SMA
LI340	F TERRY	BS241 II	444 / 444	444 / 446	9	BSC04SMA
LI341	JB_MEZA	BS241 II	646 / 444	646 / 644	9	BSC07SLV
LI364	CALANGO	BS82 II	220 / 000	440 / 000	9	BSC11SMA
LI368	ALIANZA	BS241 II	444 / 444	444 / 464	9	BSC08SLV
LI369	OLAVIDE	BS241 II	555 / 444	555 / 644	9	BSC01SLV
LI374	MANGOMARCA	BS241 II	466 / 444	466 / 466	9	BSC10SMA
LI386	CERRO VELA	BS241 II	654 / 444	654 / 644	9	BSC05SLV
LI389	ERMO_SANTA_LUCIA	BS241 II	444 / 444	444 / 446	9	BSC03SLV
LI390	BALSAMO	BS241 II	455 / 444	455 / 644	9	BSC03SLV
LI395	FRAGUAS	BS241 II	664 / 444	664 / 464	9	BSC01SLV
LI396	CARBAJAL	BS241 II	446 / 444	446 / 446	9	BSC08SLV
LI401	TRIUNFADORES	BS241 II	444 / 444	444 / 644	9	BSC06SMA
LI409	SAN_BORJA_2	BS241 II	000 / 244	000 / 444	9	BSC02SLV

Una vez que tenemos las configuraciones finales de cada una de las Estaciones Base, debemos calcular la cantidad de módulos ECUs, FCUs, Fduamcos de 850 y/o 1900 debemos utilizar, la cantidad de E1s adicionales, convertidores DC/DC en el caso de las Macro BTS BS240XL II, rectificadores en el caso de las Macro BTS BS241 II y sistema radiante adicional.

Para la obtener la cantidad de módulos que se deberá de implementar en cada una de las Estaciones Base, debemos de considerar la cantidad de TRXs adicionales en la banda de 850 y 1900 para cada uno de los 03 sectores. Por ejemplo, consideremos la Estación Base Vegueta:

Tabla 3.8 Módulos Necesarios para la Ampliación del Site Vegueta

SITE CODE	SITE NAME	BTS KIND	CONF INICIAL (850/1900)	CONF FINAL (850/1900)	PRIORIDAD	BSC	TRX 850 ADICIONALES	TRX 1900 ADICIONALES	ECU 850	FCU 850	FDUAMCO 850	ECU 1900	FCU 1900	FDUAMCO 1900
LI188	VEGUETA	BS240XL II	343 / 222	444 / 464	1	BSC02SMA	2	8	2	0	0	0	4	1

En la tabla anterior podemos observar que el número de TRXs adicionales en la banda de 850 es 02, y la ampliación de capacidad se realizara en los sectores 1 y 3, por lo tanto en cada de uno de ellos se deberá implementar 01 modulo ECU 850 ya que se requiere 01 TRX adicional, lo que hace un total de 02 módulos ECU 850.

Para el caso de la banda de 1900 los TRXs adicionales son 08, y la ampliación de capacidad se realizara en los 03 sectores, por lo tanto para el sector 1 se deberá implementar 01 modulo FCU 1900 (02 TRXs en un solo modulo), para el sector 2 se deberá implementar 02 módulos FCU 1900 y para el sector 3 se deberá implementar 01 modulo FCU 1900, lo que hace un total de 04 módulos FCU 1900; debemos tomar en cuenta que cada modulo Fduamco 850/1900 soporta hasta 04 unidades portadoras o TRXs, entonces en el caso del sector 2 de 1900 la cantidad inicial de TRX es 02 y la cantidad final de TRX es 06, por lo tanto necesitamos implementar 01 Fduamco adicional en dicho sector ya que la cantidad de TRXs finales es mayor a 4.

Entonces como reglas generales tenemos las siguientes:

- Si la cantidad inicial de TRXs de un sector es par y la cantidad final de TRXs es par se implementaran módulos FCU.
- Si la cantidad inicial de TRXs de un sector es impar y la cantidad final de TRXs es impar se implementaran módulos FCU.
- Si la cantidad inicial de TRXs de un sector es impar y la cantidad final de TRXs es par se implementaran módulos ECU o ECU y FCU.
- Si la cantidad inicial de TRXs de un sector es par y la cantidad final de TRXs es impar se implementaran módulos ECU o ECU y FCU.
- Si la cantidad de inicial de TRXs de un sector es menor o igual a 04 y la cantidad final de TRX es mayor a 04, se deberá implementar 01 modulo Fduamco.

Para la obtener la cantidad de E1s que se deberá de implementar en cada una de las Estaciones Base, debemos de considerar la cantidad total de TRXs de la Estación Base. Por ejemplo, consideremos la Estación Base Vegueta:

Tabla 3.9 E1s Necesarios para la Ampliación del Site Vegueta (medio de transmisión)

SITE CODE	SITE NAME	BTS KIND	CONF INICIAL (850/1900)	CONF FINAL (850/1900)	PRIORIDAD	BSC	TRX INICIALES TOTALES	TRX FINALES TOTALES	E1 ADICIONALES
LI188	VEGUETA	BS240XL II	343 / 222	444 / 464	1	BSC02SMA	16	26	0

En la tabla anterior podemos observar que la Estación Base Vegueta no requiere de algún E1 adicional (medio de transmisión).

La cantidad de E1s la obtenemos realizando la división de la cantidad de los TRXs totales entre 14 y lo aproximamos al número entero superior, entonces si inicialmente tenemos 16 TRXs divididos entre 14, nos da 1.1428, aproximando al entero superior obtenemos 02, es decir que actualmente la Estación Base Vegueta cuenta con 02 E1 activos; por lo tanto para calcular la cantidad de E1s finales consideramos la cantidad de TRXs finales totales que es 26 y lo dividimos entre 14, nos da un 1.857, aproximando al entero superior obtenemos nuevamente 02, no se requiere de algún E1 adicional.

Veamos la cantidad de E1s necesarios para la Estación Base Sabina.

Tabla 3.10 E1s Necesarios para la Ampliación del Site Sabina (medio de transmisión)

SITE CODE	SITE NAME	BTS KIND	CONF INICIAL (850/1900)	CONF FINAL (850/1900)	PRIORIDAD	BSC	TRX INICIALES TOTALES	TRX FINALES TOTALES	E1 ADICIONALES
LI230	SABINA	BS240XL II	565 / 444	565 / 664	1	BSC03SMA	28	32	1

Inicialmente tenemos 28 TRXs divididos entre 14, nos da 02, aproximando al entero superior obtenemos 02, es decir que actualmente la Estación Base Sabina cuenta con 02 E1 activos; por lo tanto para calcular la cantidad de E1s finales consideramos la cantidad de TRXs finales totales que es 32 y lo dividimos entre 14, nos da un 2.28, aproximando al entero superior obtenemos 03, se requiere de 01 E1 adicional.

Para obtener la cantidad de Conversores DC-DC para las BTS BS240XL II y rectificadores AC/DC para las BTS BS 241 II que se deberán de implementar en cada una de las Estaciones Base, debemos de considerar la cantidad total de potencia que consume la BTS considerando la configuración inicial y final, esta se obtiene sumando los consumos de cada uno de los módulos que conforman la configuración y dividiéndolos entre la cantidad la potencia que entrega cada Conversor DC-DC (1250 Watts) y Rectificador (1600 Watts) según sea el caso, también debemos de considerar 01 modulo adicional para tener la redundancia en caso alguno de ellos llegara a presentar fallas. Por ejemplo, consideremos la Estación Base Vegueta:

Tabla 3.11 Conversores DC-DC Necesarios para la Ampliación del Site Vegueta

SITE CODE	SITE NAME	BTS KIND	CONF INICIAL (850/1900)	CONF FINAL (850/1900)	PRIORIDAD	BSC	CONVERSORES DC-DC ADICIONALES
LI188	VEGUETA	BS240XL II	343 / 222	444 / 464	1	BSC02SMA	1

La potencia que consume la BTS considerando la configuración inicial es la siguiente:

Tabla 3.12 Calculo de Cantidad de Conversores DC-DC Actuales en el Site Vegueta

CONFIGURACION INICIAL 343/222	CORE UNITS	ECU 850	FCU 850	FDUAMCO 850	ECU 1900	FCU 1900	FDUAMCO 1900	FAN
CANTIDAD DE MODULOS	1	2	4	3	0	3	3	6
CONSUMO POR MODULO (Watts)	136	220	310	43	220	310	43	60
CONSUMO TOTAL (Watts)	3364							
POTENCIA ENTREGADA CONVERTOR DC-DC (Watts)	1250							
CANTIDAD DE CONVERTORES DC-DC (CON REDUNDANCIA)	4							

La potencia que consume la BTS considerando la configuración final es la siguiente:

Tabla 3.13 Calculo de Cantidad de Conversores DC-DC Requeridos en el Site Vegueta

CONFIGURACION FINAL 444/464	CORE UNITS	ECU 850	FCU 850	FDUAMCO 850	ECU 1900	FCU 1900	FDUAMCO 1900	FAN
CANTIDAD DE MODULOS	1	4	4	3	0	7	4	6
CONSUMO POR MODULO (Watts)	136	220	310	43	220	310	43	60
CONSUMO TOTAL (Watts)	5087							
POTENCIA ENTREGADA CONVERTOR DC-DC (Watts)	1250							
CANTIDAD DE CONVERTORES DC-DC (CON REDUNDANCIA)	6							

Por la tanto es necesario adicionar 02 Conversor DC-DC a la Estación Base Vegueta para que soporte la potencia requerida para la configuración final.

Para el caso de los Rectificadores se realiza de la misma manera, considerando que la Potencia que entrega es 1600 Watts. Por ejemplo, para este caso consideremos la Estación Base Aerolap.

Tabla 3.14 Calculo de Cantidad de Rectificadores AC/DC Actuales en el Site Vegueta

CONFIGURACION INICIAL 222/222	CORE UNITS	ECU 850	FCU 850	FDUAMCO 850	ECU 1900	FCU 1900	FDUAMCO 1900	FAN
CANTIDAD DE MODULOS	1	0	3	3	0	3	3	6
CONSUMO POR MODULO (Watts)	136	220	310	43	220	310	43	60
CONSUMO TOTAL (Watts)	2614							
POTENCIA ENTREGA RECTIFICADOR AC/DC (Watts)	1600							
CANTIDAD DE RECTIFICADORES AC/DC (CON REDUNDANCIA)	3							

Tabla 3.15 Calculo de Cantidad de Rectificadores AC/DC Requeridos en el Site Vegueta

CONFIGURACION FINAL 222/424	CORE UNITS	ECU 850	FCU 850	FDUAMCO 850	ECU 1900	FCU 1900	FDUAMCO 1900	FAN
CANTIDAD DE MODULOS	1	0	3	3	0	5	3	6
CONSUMO POR MODULO (Watts)	136	220	310	43	220	310	43	60
CONSUMO TOTAL (Watts)	3234							
POTENCIA ENTREGA RECTIFICADOR AC/DC (Watts)	1600							
CANTIDAD DE RECTIFICADORES AC/DC (CON REDUNDANCIA)	4							

Por la tanto es necesario adicionar 01 Rectificador AC/C a la Estación Base Aerolap para que soporte la potencia requerida para la configuración final.

Para obtener el requerimiento de Sistema Radiante, debemos de considerar la cantidad de Fduamcos adicionales que se implementaran, ya que por cada uno de ellos se requerirá la instalación de 02 líneas radiantes (feeders). Por lo general se instalan cables de 7/8". También debemos de considerar las antenas Dual Band XXPol adicionales que se necesitaran para la conexión del nuevo sistema radiante. Por ejemplo, consideremos nuevamente la Estación Base Vegueta:

Tabla 3.16 Sistema Radiante Necesario para la Ampliación del Site Vegueta

SITE CODE	SITE NAME	BTS KIND	CONF INICIAL (850/1900)	CONF FINAL (850/1900)	PRIORIDAD	BSC	FDUAMCO 850	FDUAMCO 1900	SISTEMA RADIANTE (FEEDER)	ANTENA DUAL BAND XXPol
LI188	VEGUETA	BS240XL II	343 / 222	444 / 464	1	BSC02SMA	0	1	2	1

En la tabla anterior podemos observar que la Estación Base Vegueta requiere la instalación adicional de 02 líneas radiantes y 01 antena Dual band XXPol.

En este caso las antenas Dual Band XXPol que son instaladas en cada uno de los sectores de la Estación Base trabajan en las bandas de 850 y 1900, tienen 04 puertos, 02 para la banda de 850 y 02 para la banda de 1900, es decir que el sistema radiante de cada sector en la banda de 850 y 1900 están conectados a una sola 01 antena, siempre y cuando la cantidad de TRXs no sea mayor a 04 en cada banda, de ser mayor a 04 TRXs en cualquiera de las 02 bandas se necesitaría 01 antena Dual Band XXPol adicional.

Tabla 3.17 Calculo de Sistema Radiante Actual en el Site Vegueta

CONFIGURACION INICIAL (343/464)	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3
CANTIDAD DE TRXs BANDA DE 850	3	4	3
CANTIDAD DE TRXs BANDA DE 1900	2	2	2
CANTIDAD DE ANTENAS POR SECTOR	1	1	1

Tabla 3.18 Calculo de Sistema Radiante Requerido en el Site Vegueta

CONFIGURACION FINAL (444/464)	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3
CANTIDAD DE TRXs BANDA DE 850	4	4	4
CANTIDAD DE TRXs BANDA DE 1900	4	6	4
CANTIDAD DE ANTENAS POR SECTOR	1	2	1

Por lo tanto es necesario adicionar las 02 líneas radiantes y 01 antena Dual Band XXPol a la Estación Base Vegueta para la configuración final requerida.

Veamos el requerimiento de Sistema Radiante y Antenas Dual Band XXPol para la Estación Base Sabina.

Tabla 3.19 Sistema Radiante Necesario para la Ampliación del Site Sabina

SITE CODE	SITE NAME	BTS KIND	CONF INICIAL (850/1900)	CONF FINAL (850/1900)	PRIORIDAD	BSC	FDUAMCO 850	FDUAMCO 1900	SISTEMA RADIANTE (FEEDER)	ANTENA DUAL BAND
LI230	SABINA	BS240XL II	565 / 444	565 / 664	1	BSC03SMA	0	2	4	0

En la tabla anterior podemos observar que la Estación Base Sabina requiere únicamente la instalación adicional de 04 líneas radiantes.

Tabla 3.20 Calculo de Sistema Radiante Actual en el Site Vegueta

CONFIGURACION INICIAL (565/444)	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3
CANTIDAD DE TRXs BANDA DE 850	5	6	5
CANTIDAD DE TRXs BANDA DE 1900	4	4	4
CANTIDAD DE ANTENAS POR SECTOR	2	2	2

Tabla 3.21 Calculo de Sistema Radiante Requerido en el Site Sabina

CONFIGURACION FINAL (565/664)	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3
CANTIDAD DE TRXs BANDA DE 850	5	6	5
CANTIDAD DE TRXs BANDA DE 1900	6	6	4
CANTIDAD DE ANTENAS POR SECTOR	2	2	2

Como podemos observar la configuración inicial de los 03 sectores de la banda de 850 tienen más de 04 TRXs, entonces dichos sectores cuentan con 02 antenas Dual Band XXPol, la 2da antena de cada sector con los 02 puertos de la banda de 1900 disponibles, ya que la cantidad de TRXs en la configuración inicial de los 03 sectores en la banda de 1900 es 04, estos puertos disponibles serán utilizados para la conexión de las 04 líneas radiantes adicionales, es por eso que en la Estación Base Sabina no se requiere de alguna antena adicional.

De esta manera es como se realiza la planificación correspondiente a las configuraciones finales presentadas por el área de planning y Movistar aprobó de acuerdo al presupuesto que se tenía asignado y la lista de prioridades para la ampliación de capacidad de la Red GSM. A continuación se muestra el detalle de los

módulos adicionales (ECUs, FCUs, Fduamcos 850/1900), E1s, convertidores DC/DC, rectificadores AC/DC, sistema radiante y antenas necesarias para realizar la ampliación de las 270 Estaciones Base:

Tabla 3.22 Requerimientos para las Ampliaciones de Capacidad de las Estaciones Base

SITE CODE	SITE NAME	BTS KIND	PRIORIDAD	BSC	ECU 850	FCU 850	FDUAMCO 850	ECU 1900	FCU 1900	FDUAMCO 1900	E1 ADICIONALES	CONVERSORES DC-DC ADICIONALES	RECTIFICADORES AC/DC ADICIONALES	SISTEMA RADIANTE (FEEDER)	ANTENA DUAL BAND
LI001	AEROLAP	BS241 II	1	BSC03SLV	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0
LI006	ANCON	BS240XL II	1	BSC05SLV	1	0	0	0	1	1	0	1	0	2	0
LI040	CARABAYA	BS240XL II	1	BSC06SLV	0	0	0	0	5	2	1	1	0	4	1
LI049	AV_ABANCAY	BS240XL II	1	BSC06SLV	0	0	0	0	2	2	0	1	0	4	0
LI052	CERVELLI	BS240XL II	1	BSC02SLV	0	0	0	0	4	3	1	1	0	6	1
LI056	CHANCAY	BS240XL II	1	BSC02SMA	1	0	0	0	4	1	0	1	0	2	1
LI081	FRANCIA	BS240XL II	1	BSC06SLV	2	0	0	0	3	1	0	1	0	2	1
LI095	IHUANCO	BS240XL II	1	BSC11SMA	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
LI097	INGENIEROS	BS240XL II	1	BSC05SMA	0	0	0	0	2	2	1	0	0	4	0
LI113	LANDA	BS240XL II	1	BSC08SLV	0	0	0	0	2	2	0	1	0	4	2
LI158	FLAMENGOS	BS240XL II	1	BSC05SMA	0	0	0	0	3	3	0	0	0	6	1
LI168	PARAMONGA	BS240XL II	1	BSC02SMA	3	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0
LI171	JR_PUNO	BS240XL II	1	BSC06SLV	0	0	0	0	2	2	0	0	0	4	0
LI179	MALA	BS240XL II	1	BSC11SMA	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
LI188	VEGUETA	BS240XL II	1	BSC02SMA	2	0	0	0	4	1	0	1	0	2	1
LI194	CHOQUE	BS240XL II	1	BSC08SMA	0	0	0	0	1	1	0	1	0	2	0
LI222	STA_ANITA	BS240XL II	1	BSC10SMA	0	0	0	0	2	2	0	0	0	4	1
LI225	SANTACRUZ	BS240XL II	1	BSC01SMI	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
LI230	SABINA	BS240XL II	1	BSC03SMA	0	0	0	0	2	2	1	0	0	4	0
LI234	SUPE	BS241 II	1	BSC02SMA	0	0	0	0	4	2	1	0	1	4	2
LI260	MANCHAY	BS240XL II	1	BSC05SMA	0	2	0	0	6	3	1	2	0	6	0
LI272	UNIFE	BS240XL II	1	BSC05SMA	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0
LI306	GRAU	BS241 II	1	BSC06SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	1	2	0
LI007	JULIANA	BS240XL II	2	BSC01SMI	0	0	0	0	3	1	0	0	0	2	1
LI013	INGENIERIA	BS240XL II	2	BSC03SMA	0	0	0	0	3	3	0	1	0	6	0
LI014	BARRANCA	BS240XL II	2	BSC02SMA	0	0	0	0	2	1	1	1	0	2	1
LI026	VENTURO	BS240XL II	2	BSC04SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0
LI039	CAPULLANA	BS240XL II	2	BSC04SLV	0	0	0	0	5	2	0	2	0	4	2
LI054	CHALACO	BS240XL II	2	BSC06SLV	2	0	0	0	4	1	0	1	0	2	1
LI057	CHAVEZ	BS240XL II	2	BSC07SLV	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
LI073	REMANSO	BS240XL II	2	BSC05SMA	0	0	0	0	4	1	0	1	0	2	1
LI080	FORTALEZA	BS240XL II	2	BSC10SMA	0	0	0	0	1	1	0	1	0	2	0
LI091	IMPERIO	BS240XL II	2	BSC06SLV	0	0	0	0	3	3	1	1	0	6	1

LI102	KM14_SUR	BS241 II	2	BSC06SMA	0	0	0	0	3	3	1	0	0	6	2
LI120	INMACULADA	BS240XL II	2	BSC04SLV	0	0	0	0	1	1	0	1	0	2	0
LI133	CACERES	BS240XL II	2	BSC01SMA	0	0	0	0	2	2	0	1	0	4	0
LI136	MAURTUA	BS240XL II	2	BSC01SMI	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
LI145	MOVILINE	BS240XL II	2	BSC01SMI	0	0	0	0	1	1	1	1	0	2	0
LI174	GEOGRAFICO	BS240XL II	2	BSC04SMA	0	0	0	0	3	2	1	1	0	4	1
LI187	PTE_NUEVO	BS240XL II	2	BSC10SMA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0
LI205	RIMAC	BS240XL II	2	BSC06SLV	0	0	0	0	3	3	0	1	0	6	0
LI243	LOS_PERROS	BS240XL II	2	BSC05SLV	0	0	0	0	3	3	0	1	0	6	0
LI255	ZARATE	BS240XL II	2	BSC10SMA	0	0	0	0	2	2	1	1	0	4	0
LI256	CHIMU	BS240XL II	2	BSC10SMA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0
LI257	UNION	BS240XL II	2	BSC03SMA	0	0	0	0	3	3	1	1	0	6	2
LI273	PERU	BS241 II	2	BSC03SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1
LI274	CONDOROS	BS241 II	2	BSC10SLV	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
LI280	HUACHO	BS241 II	2	BSC02SMA	0	0	0	0	3	3	0	0	1	6	1
LI281	BARRANCO	BS241 II	2	BSC06SMA	0	0	0	0	2	1	0	0	0	2	1
LI290	LIBERTAD	BS241 II	2	BSC09SMA	0	0	0	0	2	2	0	0	0	4	1
LI293	CHANCAS	BS241 II	2	BSC10SMA	0	0	0	0	2	2	1	0	0	4	0
LI300	ESPECIALES	BS241 II	2	BSC01SMA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1
LI310	SOL	BS241 II	2	BSC01SMA	0	0	0	0	6	3	1	0	1	6	3
LI321	BACKUS	BS241 II	2	BSC10SMA	0	0	0	0	6	3	1	0	1	6	0
LI329	AZUCENAS	BS241 II	2	BSC01SLV	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	0
LI360	PALACIO_MUNICIPAL	BS82 II	2	BSC06SLV	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LI361	JR_ANCASH	BS241 II	2	BSC06SMA	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	0
LI016	B_ALTOS	BS240XL II	3	BSC06SLV	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
LI025	DUENAS	BS240XL II	3	BSC03SMA	0	0	0	0	1	1	1	1	0	2	0
LI032	LIMATAMBO	BS240XL II	3	BSC02SLV	0	0	0	0	3	3	1	1	0	6	1
LI041	CARABAYLLO	BS240XL II	3	BSC08SMA	0	0	0	0	3	3	0	1	0	6	0
LI048	CEMENTOS	BS240XL II	3	BSC09SLV	1	0	0	0	5	2	0	2	0	4	2
LI070	DELFINES	BS240XL II	3	BSC01SMI	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
LI088	HERAS	BS240XL II	3	BSC07SLV	0	0	0	0	3	2	0	0	0	4	2
LI099	JOSE_LEAL	BS240XL II	3	BSC07SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1
LI119	ESCUELA	BS240XL II	3	BSC06SMA	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
LI122	LOMA	BS240XL II	3	BSC04SLV	0	0	0	0	2	1	0	0	0	2	0
LI127	LURIN	BS240XL II	3	BSC09SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1
LI128	LUYO	BS240XL II	3	BSC03SMA	0	0	0	0	2	2	1	1	0	4	1
LI129	MAGDALENA	BS240XL II	3	BSC07SMA	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	0
LI130	MAGNOLIAS	BS240XL II	3	BSC02SLV	0	0	0	1	1	1	0	1	0	2	1
LI131	MANZANOS	BS240XL II	3	BSC06SLV	0	0	0	0	2	2	0	1	0	4	0
LI140	MINKA	BS240XL II	3	BSC03SLV	0	0	0	0	2	1	0	0	0	2	0
LI149	NEGRITOS	BS240XL II	3	BSC02SMA	1	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0
LI154	OLIVOS	BS240XL II	3	BSC01SLV	0	0	0	0	3	3	1	1	0	6	1
LI160	EL_SOL	BS240XL II	3	BSC06SMA	0	0	0	0	2	2	1	0	0	4	0
LI180	PIEROLA	BS240XL II	3	BSC06SLV	0	0	0	0	3	2	0	1	0	4	1
LI189	PRO	BS240XL II	3	BSC09SMA	0	0	0	0	3	3	0	1	0	6	0
LI190	PROLIMA	BS240XL II	3	BSC08SMA	0	0	0	0	1	1	1	1	0	2	0
LI191	ATOCONGO	BS240XL II	3	BSC04SLV	0	0	0	0	3	3	1	0	0	6	1
LI212	HILARION	BS240XL II	3	BSC01SMA	0	0	0	0	2	2	1	0	0	4	0
LI219	SAN_PABLO	BS240XL II	3	BSC08SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0
LI224	SANTA CLARA	BS240XL II	3	BSC10SLV	0	0	0	0	2	2	0	0	0	4	0
LI245	VILLAMARIA	BS240XL II	3	BSC06SMA	0	0	0	0	3	3	0	1	0	6	0
LI277	BENAVIDES	BS241 II	3	BSC01SMI	0	0	0	0	5	2	0	0	1	4	2

LI291	URA BARRANCA	BS241 II	3	BSC02SMA	0	0	0	2	3	3	1	0	1	6	2
LI307	TAHUANTINSUYO	BS241 II	3	BSC01SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1
LI316	CAPSA	BS241 II	3	BSC03SLV	0	0	0	0	2	2	1	0	0	4	0
LI320	URA_CANETE	BS241 II	3	BSC11SMA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0
LI334	JAPON	BS241 II	3	BSC08SMA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0
LI338	CALLE_18	BS241 II	3	BSC01SMA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0
LI343	HIEDRA	BS241 II	3	BSC01SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	1	2	0
LI373	ASBESTOS	BS241 II	3	BSC01SMA	0	0	0	0	2	2	1	0	0	4	0
LI012	AURORA	BS240XL II	4	BSC01SMI	0	0	0	0	3	1	0	0	0	2	0
LI020	BELLAUNION	BS240XL II	4	BSC03SMA	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
LI036	CANETE	BS240XL II	4	BSC11SMA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0
LI038	VINAS	BS240XL II	4	BSC05SMA	0	0	0	0	5	3	1	2	0	6	0
LI053	PRIMAVERA	BS240XL II	4	BSC04SLV	0	0	0	0	3	1	1	1	0	2	0
LI058	CIENEGUILLA	BS240XL II	4	BSC05SMA	1	0	0	0	2	1	1	1	0	2	1
LI063	CONDEVILLA	BS240XL II	4	BSC03SLV	0	0	0	0	1	1	0	1	0	2	1
LI077	FIORI	BS240XL II	4	BSC01SLV	0	0	0	0	2	2	0	1	0	4	0
LI090	HUACHIPA	BS240XL II	4	BSC10SLV	0	0	0	0	2	2	1	0	0	4	0
LI093	CARAPONGO	BS240XL II	4	BSC10SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0
LI101	JUSTICIA	BS240XL II	4	BSC06SLV	0	0	0	0	2	1	1	1	0	2	0
LI146	POLO	BS240XL II	4	BSC04SLV	0	0	0	0	2	1	0	1	0	2	0
LI152	GUTIERREZ	BS240XL II	4	BSC01SMI	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LI164	PALAO	BS240XL II	4	BSC03SMA	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0
LI165	PAMPILLA	BS240XL II	4	BSC05SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1
LI181	PINOS	BS240XL II	4	BSC04SMA	1	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1
LI216	GUZMAN	BS240XL II	4	BSC06SMA	0	0	0	0	2	2	1	0	0	4	0
LI233	SHELL	BS240XL II	4	BSC01SMI	0	0	0	0	1	1	0	1	0	2	0
LI235	SURQUILLO	BS241 II	4	BSC02SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	1	2	1
LI246	CONCHITAS	BS240XL II	4	BSC09SLV	0	0	0	0	2	2	0	1	0	4	0
LI248	VINZOS	BS240XL II	4	BSC07SMA	0	0	0	0	2	1	1	1	0	2	0
LI251	VOLVO	BS240XL II	4	BSC10SMA	0	0	0	0	2	2	1	1	0	4	1
LI259	LOYOLA	BS240XL II	4	BSC05SMA	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0
LI262	PERSHING	BS240XL II	4	BSC07SMA	0	0	0	0	6	3	0	1	0	6	0
LI278	NIETO	BS241 II	4	BSC08SLV	0	0	0	0	5	2	0	0	1	4	2
LI305	MEGAPLAZA	BS241 II	4	BSC01SLV	0	0	0	0	2	2	0	0	1	4	2
LI323	PLANTA_GLORIA	BS241 II	4	BSC10SLV	0	0	0	0	3	3	1	0	0	6	0
LI359	URA_HUAYCAN	BS241 II	4	BSC10SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0
LI362	BBVA	BS82 II	4	BSC04SMA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LI407	BANCO_COMERCIO	BS82 II	4	BSC04SMA	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LI003	AERO_OVALO	BS240XL II	5	BSC03SLV	0	0	0	0	2	2	1	1	0	4	1
LI004	SAUCES	BS240XL II	5	BSC10SMA	0	0	0	0	3	3	1	1	0	6	1
LI005	SAN_FELIPE	BS240XL II	5	BSC07SMA	0	0	0	0	6	3	1	1	0	6	2
LI008	BEATRIZ	BS240XL II	5	BSC07SLV	0	0	0	0	2	2	0	1	0	4	1
LI009	DANSEY	BS240XL II	5	BSC03SMA	0	0	0	0	1	1	0	1	0	2	0
LI010	ARRIOLA	BS240XL II	5	BSC02SLV	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LI017	CHACARILLA	BS241 II	5	BSC02SLV	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
LI018	BEGONIAS	BS240XL II	5	BSC04SMA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
LI022	NAVAL	BS240XL II	5	BSC02SLV	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
LI023	PENTAGONITO	BS240XL II	5	BSC02SLV	0	0	0	0	3	1	1	1	0	2	0
LI024	CAMINO_INCA	BS240XL II	5	BSC04SLV	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
LI027	CALIFORNIA	BS240XL II	5	BSC10SLV	0	0	0	0	3	2	1	1	0	4	1
LI028	CALLAO	BS240XL II	5	BSC03SLV	0	0	0	1	1	1	0	1	0	2	1
LI029	QUINONES	BS240XL II	5	BSC02SLV	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

LI275	IPSS	BS241 II	8	BSC07SLV	0	0	0	0	2	2	1	0	1	4	1
LI276	ARAMBURU	BS241 II	8	BSC04SMA	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2	1
LI282	IQUIQUE	BS241 II	8	BSC03SMA	0	0	0	0	2	2	0	0	1	4	2
LI284	FELIPE	BS241 II	9	BSC02SLV	0	0	0	0	2	2	0	0	1	4	2
LI289	PARRALES	BS241 II	9	BSC06SMA	1	0	1	0	1	1	0	0	1	4	1
LI294	UCHUMAYO	BS241 II	9	BSC08SMA	0	0	0	0	3	1	0	0	1	2	1
LI295	BUCARAMANGA	BS241 II	9	BSC05SMA	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	0
LI301	DAMMERT	BS241 II	9	BSC04SMA	0	0	0	0	3	1	0	0	0	2	1
LI308	TOTTUS	BS241 II	9	BSC03SLV	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	0
LI311	ESTADIO	BS241 II	9	BSC07SLV	0	0	0	0	2	2	1	0	0	4	1
LI313	QUIROZ_TRAF	BS241 II	9	BSC10SMA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1
LI319	VILLA_ELSALVADOR3	BS241 II	9	BSC09SLV	0	0	0	0	2	2	1	0	0	4	2
LI324	PLAZA_SUR_II	BS241 II	9	BSC06SMA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1
LI325	JOCKEY	BS241 II	9	BSC08SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1
LI331	DAMASCO	BS241 II	9	BSC01SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	1	2	0
LI337	SAN_ORLANDO	BS241 II	9	BSC03SMA	0	0	0	0	1	1	0	0	1	2	0
LI340	F TERRY	BS241 II	9	BSC04SMA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1
LI341	JB_MEZA	BS241 II	9	BSC07SLV	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	0
LI364	CALANGO	BS82 II	9	BSC11SMA	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LI368	ALIANZA	BS241 II	9	BSC08SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1
LI369	OLAVIDE	BS241 II	9	BSC01SLV	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	0
LI374	MANGOMARCA	BS241 II	9	BSC10SMA	0	0	0	0	2	2	1	0	0	4	0
LI386	CERRO VELA	BS241 II	9	BSC05SLV	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	0
LI389	ERMO_SANTA_LUCIA	BS241 II	9	BSC03SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1
LI390	BALSAMO	BS241 II	9	BSC03SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1
LI395	FRAGUAS	BS241 II	9	BSC01SLV	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	0
LI396	CARBAJAL	BS241 II	9	BSC08SLV	0	0	0	0	1	1	0	0	1	2	0
LI401	TRIUNFADORES	BS241 II	9	BSC06SMA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1
LI409	SAN_BORJA_2	BS241 II	9	BSC02SLV	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

En manera de resumen para los trabajos de Ampliación de Capacidad en las 270 Estaciones Base de la Red GSM de Movistar, se requiere de la siguiente cantidad de módulos y material de sistema radiante:

Tabla 3.23 Cantidad Total de los Requerimientos para las Ampliaciones de Capacidad

	CANTIDAD TOTAL
ECU 850	41
FCU 850	15
FDUAMCO 850	1
ECU 1900	21
FCU 1900	483
FDUAMCO 1900	312
E1	73
CONVERSORES DC-DC	111
RECTIFICADORES AC/DC	21
LINEAS RADIANTES	626
ANTENAS DUAL BAND XXPoI	124

Una vez que Movistar aprueba el planeamiento para la ampliación de las Estaciones Base, se realiza el planeamiento de ejecución, la cual está programada a realizarse en 03 meses.

Para la ejecución de la ampliación de capacidad para los 270 Estaciones Base se considero los siguientes grupos de trabajo:

- 08 grupos para la instalación de sistema radiante adicional, líneas radiantes y/o antenas, cada grupo realizara la ampliación del sistema radiante en 01 Estación Base en un periodo de 02 días.
- 02 grupos para la implementación de los módulos respectivos en las BTS; ECU, FCU, Fduamco, Conversores DC-DC y Rectificadores AC/DC; así como también la instalación de los E1s adicionales, cada grupo realizara la implementación de módulos de 03 Estaciones Base de manera diaria.
- 01 Ingeniero de Optimización, quien elaborara los CR (Change Request) que contienen toda la información necesaria para la elaboración de los scripts.
- 01 Ingeniero de Base de Datos, quien generara los scripts correspondientes para la puesta en servicio de los TRXs adicionales.
- 01 Ingeniero de O&M, quien ejecutara los scripts correspondientes para la puesta en servicio de los TRXs adicionales, descargara y activara de forma remota el nuevo software a cada uno de los BSCs y elementos asociados (BTSs y TRAU), realizando 02 BSC por día y realizara el update de software a los elementos del OSS.

01 Ingeniero de Implementación, quien realizara el planeamiento para la Ampliación de las 270 Estaciones Base, realizara las coordinaciones y seguimiento de los grupos de trabajo y realizara la coordinación con los Ingenieros Optimización, Base de Datos y O&M para la puesta en servicio de los TRXS adicionales.

El cronograma de trabajos por semanas, trabajando 06 días a la semana es el siguiente:

Tabla 3.24 Cronograma de Trabajos para la Ampliación de capacidad

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	TOTAL
INSTALACION DE SISTEMA RADIANTE (8 GRUPOS)	24	24	24	24	24	24	24	24	11			203 SITES
ACTIVACION DE NUEVO SOFTWARE	11	11										22 BSCs
UPDATE DE SOFTWARE OSS			4									04 SERVIDORES
AMPLIACION DE CAPACIDAD (2 GRUPOS)			36	36	36	36	36	36	36	18		270 SITES
HABILITACION DE ESPECTRO/PUESTA EN SERVICIO				36	36	36	36	36	36	36	18	270 SITES

Como podemos observar los trabajos se realizaron en 2 meses y 3 semanas, teniendo como reserva o backup 01 semana para resolver cualquier inconveniente que pueda haber surgido en toda la etapa de Ampliación de Capacidad.

Las nuevas versiones de software de los componentes son las siguientes:

Tabla 3.25 Software de los Elementos de Red

	SOFTWARE ACTUAL	SOFTWARE NUEVO
BSC	HB010027.SWL	HB011026.SWL
TRAU	HT030019.SWL	HT030045.SWL
BTS	HS011740.SWL	HS011822.SWL
OSS	RC90_0.82	RC90_1.10

De esta manera hemos realizado la Ampliación de Capacidad en 270 Estaciones Base en la Red GSM de Movistar, teniendo finalmente los siguientes resultados:

Tabla 3.26 Cantidad de TRXs a instalar en la Red GSM de Movistar

CANTIDAD DE TRXs INICIALES	6228
CANTIDAD DE TRXs ADICIONALES	1058
CANTIDAD DE TRXs FINALES	7286

CAPITULO IV COSTO DEL PROYECTO

4.1 Costo de Equipamiento.

Dentro de los costos del proyecto debemos de considerar los servicios y los materiales que suministrarán los contratistas o partners, quienes realizarán las labores de implementación.

En lo que respecta al Sistema Radiante, se estimó un promedio por cada línea radiante a instalar con una longitud de 45 metros. Entonces los costos por el suministro e instalación para dicha labor son:

Tabla 4.1 Costo de Suministro e Instalación de las Líneas Radiantes

CONCEPTO	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD TOTAL (mtrs)	COSTO UNITARIO (mtrs)	COSTO TOTAL
SUMINISTRO E INSTALACION DE LINEAS RADIANTES	626	28170	\$10.00	\$281,700.00

Las antenas Dual Band XXPol son suministradas por Movistar, en este caso debemos de considerara únicamente la instalación:

Tabla 4.2 Costo de Instalación de Antenas

CONCEPTO	CANTIDAD TOTAL	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
ANTENAS DUAL BAND XXPol	124	\$40.00	\$4,960.00

Para la implementación de los E1s se considero como suministro e instalación el siguiente costo:

Tabla 4.3 Costo de Suministro e Instalación de E1s

CONCEPTO	CANTIDAD TOTAL	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
E1 ADICIONALES	73	\$25.00	\$1,825.00

En lo que respecta a la implementación de los módulos para la ampliación de capacidad, incluyendo los de energía el costo por las 270 Estaciones Base es el siguiente:

Tabla 4.4 Costo de la Implementación de los Módulos en las Estaciones Base

CONCEPTO	CANTIDAD TOTAL	COSTO UNITARIO (mtrs)	COSTO TOTAL
AMPLIACION DE CAPACIDAD	270	\$140.00	\$37,800.00

4.2 Costo de Software e Ingeniería.

El costo que origina el update de software a todos los elementos del Centro de Operación y Mantenimiento es por la licencia:

Tabla 4.5 Costo de la Licencia de los Servidores del OSS

CONCEPTO	CANTIDAD TOTAL	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
LICENCIA SERVIDORES OSS	1	\$70,000.00	\$70,000.00

Los costos por el trabajo de los Ingenieros que forman parte del grupo de trabajo son los siguientes:

Tabla 4.6 Costo de los Ingenieros del Proyecto

CONCEPTO	CANTIDAD DE HORAS	COSTO DE HORAS	COSTO TOTAL
INGENIERO DE OPTIMIZACION	200	\$35.00	\$7,000.00
INGENIERO DE BASE DE DATOS	135	\$35.00	\$4,725.00
INGENIERO DE O&M	157	\$40.00	\$6,280.00
INGENIERO DE IMPLEMENTACION	450	\$30.00	\$13,500.00

Por lo tanto es costo total que genera la Ampliación de Capacidad a la Red GSM de Movistar es:

Tabla 4.7 Costo Total del Proyecto

CONCEPTO	COSTO
COSTO DE EQUIPAMIENTO	\$326,285.00
COSTO DE SOFTWARE e INGENIERIA	\$101,505.00
COSTO TOTAL	\$427,790.00

ANEXO A
LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1 Arquitectura del Sistema GSM.
- Figura 1.2 Congestión en una Red Celular.
- Figura 1.3 Extracto de Tabla Erlang B.
- Figura 1.4 Celdas en un Sistema de Redes Celulares.
- Figura 1.5 Dimensionamiento de un Clúster.
- Figura 1.6 Clúster de 7 Celdas.
- Figura 1.7 Reutilización de Frecuencias.
- Figura 1.8 Handover.
- Figura 1.9 Intra-BSC Handover.
- Figura 1.10 Intra-MSC Handover.
- Figura 1.11 Inter-MSC Handover.
- Figura 3.1 Estaciones Base del BSC01SMI.
- Figura 3.2 Estaciones Base del BSC08SLV.
- Figura 3.3 Macro BTS BS240XL II.
- Figura 3.4 Conversor DC-DC Eltek.
- Figura 3.5 Esquema de Conexión.
- Figura 3.6 Macro BTS BS241 II.
- Figura 3.7 Micro BTS BS82 II.
- Figura 3.8 Coba 4P12.
- Figura 3.9 Modulo ECU.
- Figura 3.10 Modulo FCU.
- Figura 3.11 Modulo FDUAMCO.
- Figura 3.12 Arquitectura del OSS.

ANEXO B
LISTA DE TABLAS

- Tabla 2.1 Cantidad de Usuarios en la Red Celular de Peru.
- Tabla 2.2 Cantidad de Usuarios en la Red Celular de Lima y Callao.
- Tabla 2.3 Estaciones Base de la Red GSM de Movistar.
- Tabla 2.4 Tráfico Ofrecido y Cursado BTSs del BSC01SMI.
- Tabla 2.5 Trafico Ofrecido con 2% de pérdida Erlang B al 80% HR y 20% FR.
- Tabla 2.6 Trafico Ofrecido después de la Ampliación de Capacidad.
- Tabla 2.7 Nomenclatura de Sectores de 850 y 1900.
- Tabla 2.8 Trafico Ofrecido con 2% de pérdida Erlang B al 100% HR.
- Tabla 3.1 TRAU y BTSs del BSC01SMI.
- Tabla 3.2 TRAU y BTSs del BSC08SLV.
- Tabla 3.3 Potencia de Salida RF Modulo ECU.
- Tabla 3.4 Potencia de Salida RF Modulo FCU.
- Tabla 3.5 Características del Modulo FDUAMCO.
- Tabla 3.6 Características de los Equipos del OSS.
- Tabla 3.7 Prioridades, Configuraciones Iniciales y Finales de las Estaciones Base a Ampliar
- Tabla 3.8 Módulos necesarios para la Ampliación del Site Vegueta.
- Tabla 3.9 E1s necesarios para la Ampliación del Site Vegueta.
- Tabla 3.10 E1s necesarios para la Ampliación del Site Sabina.
- Tabla 3.11 Conversores DC-DC necesarios para la Ampliación del Site Vegueta.
- Tabla 3.12 Calculo de Cantidad de Conversores DC-DC Actuales en el Site Vegueta.
- Tabla 3.13 Calculo de Cantidad de Conversores DC-DC Requeridos en el Site Vegueta.
- Tabla 3.14 Calculo de Cantidad de Rectificadores AC/DC Actuales en el Site Vegueta.
- Tabla 3.15 Calculo de Cantidad de Rectificadores AC/DC Requeridos en el Site Vegueta.
- Tabla 3.16 Sistema Radiante necesario para la Ampliación del Site Vegueta.
- Tabla 3.17 Calculo de Sistema Radiante Actual en el Site Vegueta.
- Tabla 3.18 Calculo de Sistema Radiante Requerido en el Site Vegueta.
- Tabla 3.19 Sistema Radiante Necesario para la Ampliación del Site Sabina.
- Tabla 3.20 Calculo de Sistema Radiante Actual en el Site Sabina.
- Tabla 3.21 Calculo de Sistema Radiante Requerido en el Site Sabina.
- Tabla 3.22 Requerimientos para las Ampliaciones de Capacidad de las Estaciones Base.
- Tabla 3.23 Cantidad Total de los Requerimientos para las Ampliaciones de Capacidad.
- Tabla 3.24 Cronograma de Trabajos para la Ampliación de Capacidad.
- Tabla 3.25 Software de los Elementos de Red.

Tabla 3.26 Cantidad de TRXs a instalar en la Red GSM de Movistar.

Tabla 4.1 Costo de Suministro e Instalación de las Líneas Radiantes

Tabla 4.2 Costo de Instalación de Antenas.

Tabla 4.3 Costo de Suministro e Instalación de E1s.

Tabla 4.4 Costo de Implementación de los Módulos en las Estaciones Base.

Tabla 4.5 Costo de la Licencia de los Servidores del OSS.

Tabla 4.6 Costo de los Ingenieros del Proyecto.

Tabla 4.7 Costo Total del Proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es importante tener un buen análisis periódico de los Indicadores Claves de Rendimiento (KPIs) de la Red Celular, ya que con esta información podremos saber donde tomar acción inmediata o planificarla en el caso que alguna Estación Base lo requiera, para lo cual es recomendable que el Operador maneje un stock de módulos solamente para estos casos.

El estudio del comportamiento de la Red Celular con el tiempo con referencia al tráfico es importante, ya que con esto se puede realizar un buen dimensionamiento de la necesidad del usuario y con esto tener la suficiente capacidad para que el operador pueda brindar el servicio, ya sea en las Horas Pico o en el caso de alguna catástrofe natural, terremotos, etc.

Es fundamental el estudio que realice el área de Marketing, ya que con ello podemos estimar o proyectar la capacidad de la red requerirá luego del lanzamiento de alguna promoción pre pago, post pago o algún terminal de nueva generación.

La disponibilidad del servicio celular es una de las piezas importantes para el operador, ya que con ello el usuario puede realizar una llamada en el momento que desee y en el lugar que desee, ya que lo más difícil es mantener al usuario y que este no elija otro operador. Sin descuidar la calidad del servicio.

La Ampliación de Capacidad de la Red GSM se realizo en su mayoría en la banda de 1900, esto se debe a que en esos meses Movistar ya se encontraba implementando su red 3G y esta operara en la banda de 850, compartiendo dicha banda con GSM.

GLOSARIO

3GPP: 3rd Generation Partnership Project

8-PSK: Modulación de Desplazamiento de Fase de 8 símbolos (Phase Shift Keying)

AUC: Centro de Autenticación (Authentication Center)

BCCH: Canal de Control de Difusión (Broadcast Control Channel)

BSC: Controlador de la Estación Base (Base Station Controller)

BSS: Subsistema de la Estación Base (Base Station Subsystem)

BTS: Transceptor de la Estación Base (Base Transceiver Station)

CCITT: Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (Consultative Committee for Telegraphy and Telephony)

CGI: Cell Global Identity

COBA: Core Basis

CR: Change Request

EBC: Estación Base Celular

ECU: Edge Carrier Unit

EIR: Registro de Identidad de Equipo

ETSI: Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (European Telecommunications Standards Institute)

FCU: Flexible Carrier Unit

FDMA: Acceso Múltiple por División de la Frecuencia (Frequency Division Multiple Access)

FDUAMCO: Flexible Duplexer Amplifier Multicoupler

FULL RATE: Fue la primera codificación de voz digital utilizada para GSM. Su velocidad es de 13 kbps.

GMSC: Gateway Mobile Switching Center

GMSK: Gaussian Minimum Shift Keying

GoS: Grado de Servicio (Grade of Service)

GSM: Sistema Global para Comunicaciones Móviles

HALF RATE: Codificación de voz digital para GSM que requiere la mitad del ancho de banda del Half Rate. Su velocidad es de 5.6 kbps.

HANDOVER: Proceso por el cual una llamada es pasada de una celda a otra.

HLR: Registro de Posiciones Base (Home Location Register)

HORA PICO: Hora del día en que se tiene mayor tráfico.

ISO: Organización Internacional para la Estandarización

ITU-T: Unión Internacional de Telecomunicaciones

KPI: Indicadores Claves de Rendimiento (Key Performance Indicators)

LU: Location Update

MMS: Sistema de Mensajería Multimedia (Multimedia Messaging System)

MS: Estación Móvil (Mobile Station)

MSC: Centro de Conmutación de Servicios Móviles (Mobile Switching Center)

NSS: Subsistema de Conmutación de Red (Network Switching Subsystem)

OMP: Procesador de Operación y Mantenimiento

OMT: Terminal de Operación y Mantenimiento

OSIPTEL: Organismo de Supervisión de la Inversión Privada en Telecomunicaciones

OSS: Centro de Operación y Mantenimiento

PDB: Power Distribution Breaker

PLMN: Public Land Mobile Network

PSTN: Red de Telefonía Pública Conmutada

QoS: Calidad de Servicio (Quality of Service)

SDCCH: Canal de Control de Sincronismo (Synchronization Control Channel)

SIM: Modulo de Identificación del Abonado (Subscriber Identity Module)

SS7: Sistema de Señalización por Canal Común N°7 (Signaling System 7)

TCH: Canal de Trafico de Voz (Traffic Channel)

TDMA: Acceso Múltiple por División de Tiempo (Time Division Multiple Access)

TRAU: Unidad Transcoder y Adaptadora de Velocidad

TRX: Transceiver

TS: Time Slot.

VAC: Voltage Alternating Current

VDC: Voltage Direct Current

VLR: Registro de Posiciones de Visitantes

BIBLIOGRAFIA

1. Jorge Luis Herrera, "Introducción a los Sistema Celulares", Octubre 2004.
2. Jorge Luis Herrera, "Funcionamiento del Sistema GSM", Octubre 2004.
3. Nokia, "GSM System Training Documents".
4. Gunnar Heine "GSM Networks: Protocols, Terminology and Implementation", 1998.
5. H. Leijon "Extracto de la Tabla de la Formula de Perdida de Erlang".
6. Jhon Jairo Padilla Aguilar PhD, "Ingeniería de Trafico: Introducción".
7. Osiptel, "Líneas en Servicio por Empresa_3er Trimestre 2009".
8. Osiptel, "Líneas en Servicio por Departamente_3er Trimestre 2009".
9. Siemens, "Siemens Base Station Subsystem", Diciembre 2007.
10. Siemens, "Base Station Controller".
11. Siemens, "Transcoding and Rate Adaptaion Unit".
12. Siemens, "Base Transceiver Station Equipment".