

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

PLANEAMIENTO, EJECUCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO BANDA ANCHA SATELITAL (BAS) PARA LOCALIDADES AISLADAS DEL PERÚ

Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico, que presenta el bachiller:

José Iván Zavala Rutti

ASESOR: Donato Andrés Flores Espinoza

Lima, Mayo de 2012

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El Grupo Telefónica en el Perú promueve el uso de las tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como herramientas de desarrollo y transformación social. Su trabajo tiene presencia en todo el país y se enfoca en tres aspectos fundamentales: el desarrollo de infraestructuras; la sensibilización y capacitación; y la promoción del uso responsable de los recursos brindados por las TIC. El trabajo de Telefónica prioriza las comunidades rurales y aisladas, y los segmentos de escasos recursos, a través de la ampliación de su oferta de productos y servicios, que se adecuan a las necesidades específicas de cada grupo.

Dado el impacto social de las iniciativas orientadas a la reducción de las brechas, la compañía considera fundamental actuar de manera articulada con el Estado mediante la formación de alianzas público-privadas, esto para desarrollar instancias de cooperación que potencien los efectos positivos de las TIC.

En ese sentido, el Grupo Telefónica ha previsto una importante inversión en infraestructura de telecomunicaciones para los próximos años, así como continuar con el impulso de la masificación de la banda ancha por su importancia para brindar mejores oportunidades de educación, salud y desarrollo para las personas.

1.1 Planteamiento del Problema

En nuestro país, las brechas económicas, geográficas, de salud y de educación impiden que millones de peruanos puedan acceder a oportunidades reales de desarrollo y dificultan la mejora de su calidad de vida.

Debido a las características sociales y geográficas del país, para lograr un desarrollo sostenible es necesario que el crecimiento económico vaya de la mano con el acortamiento de distintas brechas existentes, de manera que todas las personas tengan las mismas oportunidades.

La geografía representa otro desafío para la prestación de servicios de telecomunicaciones, por los altos costos que implica el despliegue de la red en ciertas regiones del país [1].

Brechas sociales

Las brechas sociales se pueden medir en base a los datos del INEI [2]:

- 34.8% de la población total del país se encuentra en situación de pobreza.
- El 60.3% de peruanos que reside en zonas rurales es pobre.
- 35 de cada 1,000 niños de áreas rurales mueren antes de cumplir el año.
- En el país, más de 2 millones de niñas, niños y adolescentes trabajan.
- 1 de cada 5 niños (menores de cinco años) padece de desnutrición crónica.

En el año 2008, por encargo de Fitel, la consultora Apoyo realizó un Estudio de Base [3], a través de una caracterización integral de las condiciones socioeconómicas, culturales e instituciones relacionadas con las zonas aisladas del Perú, que sirva de referencia para mostrar a lo largo del horizonte de evaluación, los cambios, efectos e impactos como consecuencia del Proyecto y con ello brindar un adecuado acceso a los servicios de telecomunicaciones en localidades de mayor distancia relativa a la infraestructura instalada para la provisión de servicios finales que contribuyan al crecimiento económico y desarrollo social del sector rural y de preferente interés social

Se realizaron 2215 entrevistas: 1845 Hogares de las localidades beneficiarias y 370 en las de control; 1095 en la Zona norte y 1120 en la Zona Sur.

Encuestas a líderes (alcaldes, tenientes alcaldes, gobernadores, jueces de paz, directores de escuela, personal directivo de los centros médicos): se realizaron 443 entrevistas en 369 localidades beneficiarias y 74 de control, divididas en 219 en la Zona norte y 224 en la Zona Sur

Encuestas a establecimientos: se realizaron 1540 entrevistas en 1265 establecimientos de las localidades beneficiarias y 275 de control, divididas en 733 en la Zona norte y 807 en la Zona Sur

Las tablas del 1 al 5 presentan algunos de los resultados [3]:

Tabla 1: Resultado de encuestas realizadas en hogares

Hogares

Zona	Número de Hogares	Promedio de Miembros por Hogar	Edad promedio del jefe del hogar	% de jefes del hogar que son hombres	% de jefes del hogar cuya lengua materna es el castellano
Norte	1124	4.5	44.9	91%	86%
Sur	1149	4.5	44.4	90%	26%
Promedio	2273	4.5	44.7	90%	56%

Zona	% de hogares con algún miembro analfabeto	% de jefes del hogar analfabetos	Número de años de educación del miembro del hogar más educado	Número de años de educación del jefe del hogar
Norte	19%	10%	9.2	6.9%
Sur	25%	9%	9.6	7.5%

Tabla 2: Resultado de encuestas referidas al empleo

Empleo

Zona	% de la población mayor de 14 años que trabaja
Norte	56.8%
Sur	72.5%
Promedio	64.8%

Ocupación Principal	Zona Geográfica		
	Norte	Sur	Promedio
Agricultura/pesca/minería	73.9%	70.7%	72.3%
Manufactura (industria)	2.2%	1.7%	2.0%
Construcción	2.0%	5.4%	3.7%
Comercio	6.7%	7.2%	7.0%
Restaurantes y hoteles	1.0%	1.2%	1.1%
Transportes y comunicaciones	2.0%	2.1%	2.1%
Gobierno	3.5%	6.0%	4.7%
Salud (pública y privada)	0.8%	0.4%	0.6%
Educación (pública y privada)	5.9%	3.9%	4.9%
Servicios financieros	0.2%	0.1%	0.1%
Otros	0.6%	0.1%	0.3%

Tabla 3: Resultado de encuestas referidas a necesidades básicas insatisfechas

Necesidades Básicas Insatisfechas

Zona	% NBI: Material de techos inadecuado	% NBI2: Hacinamiento	% NBI3: Servicios higiénicos no conectados a red pública	% NBI4: Hogares con niños en edad escolar que no asisten a la escuela	% que tiene al menos una NBI
Norte	29.4%	0.5%	28.7%	14.1%	52.7%
Sur	33.5%	1.0%	28.0%	7.2%	54.5%

Tabla 4: Resultado de encuestas referidas al uso de internet

Uso de Servicios de Internet

Zona/ Rango de Edad	% de la población mayor de 5 años que sabe usar una computadora	% de la población mayor de 5 años que conoce internet	% de la población mayor de 5 años que conoce y usa internet
Norte	19.4%	38.5%	16.0%
Sur	24.5%	41.5%	21.4%
Entre 6 y 13 años	21.3%	33.6%	14.8%
Entre 14 y 25 años	46.5%	63.9%	40.3%
Entre 25 y 50 años	14.7%	38.9%	14.7%
Más de 50 años	4.3%	18.1%	3.6%
Promedio	22.0%	40.0%	18.8%

Tabla 5: Resultado de encuestas referidas al uso de las telecomunicaciones

Uso de Servicios de Telecomunicaciones

Zona	% de la población mayor de 5 años que usa el teléfono público	% de la población mayor de 5 años que usa el teléfono residencial	% de la población mayor de 5 años que usa el teléfono móvil
Norte	70.8%	4.8%	18.3%
Sur	66.7%	10.0%	26.5%
Promedio	68.7%	7.4%	22.4%

La información del estudio muestra que las localidades rurales del ámbito de estudio, tienen una serie de restricciones que constituyen limitantes para su desarrollo social y económico. Estas limitaciones, como son el bajo nivel educativo de la población, la ausencia de servicios básicos en la mayoría de localidades, y la presencia de actividades económicas de pequeña escala y con baja productividad, configuran un escenario propicio para la generación de un círculo vicioso que intensifique y amplíe la pobreza y un bajo nivel de desarrollo rural, en las potenciales áreas beneficiarias del proyecto.

En este contexto, una de las restricciones más notorias para el desarrollo rural constituye la poca capacidad de comunicación e interacción de los hogares, negocios e instituciones con sus pares dentro y fuera de la localidad.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Fondo de Inversión en Telecomunicaciones (FITEL):

El Fondo de Inversión en Telecomunicaciones (FITEL) es, en Perú, el fondo destinado a la provisión del Acceso Universal a las telecomunicaciones. Fue creado mediante el Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones (D.S. N° 013-93-TCC del 6 de Mayo de 1,993), como un mecanismo de equidad que financie la provisión de servicios de telecomunicaciones en áreas rurales y lugares considerados de preferente interés social.

El 4 de noviembre de 2006 se promulgó la Ley N° 28900 – Ley que otorga al Fondo de Inversión en Telecomunicaciones –FITEL- la calidad de Persona Jurídica de Derecho Público, adscrita al Sector Transportes y Comunicaciones, y dispuso la transferencia del fondo administrado por OSIPTEL al FITEL de todos los activos, pasivos, obligaciones y derechos contractuales derivados de los contratos de financiamiento vigentes [4].

2.2 Estándares IEEE:

Como parte de las especificaciones técnicas el FITEL recomienda utilizar los estándares IEEE que a continuación se definen

1. Estándar 802.11: Familia de especificaciones desarrolladas por la IEEE para tecnologías de redes LAN. 802.11 especifica una interfaz aérea entre un cliente inalámbrico y una estación base o entre dos clientes inalámbricos [5].

2. Estándar 802.16: Se trata de una especificación para las redes de acceso metropolitanas inalámbricas de banda ancha fijas (no móvil) publicada inicialmente el 8 de abril de 2002. En esencia recoge el estándar de facto WiMAX. El estándar actual es el IEEE 802.16-2005, aprobado en 2005 [6].

2.3 Recomendaciones UIT

1. REC-Y.1541: Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en el protocolo Internet. En esta recomendación se definen las clases de calidad de servicio de la red (QoS), con unos objetivos para los parámetros de calidad de funcionamiento de redes con protocolo Internet. Dos de las clases contienen objetivos provisionales de calidad de funcionamiento. Estas clases tienen por objetivo establecer las bases para los acuerdos entre los proveedores de servicios de red, y entre los usuarios de extremo y sus proveedores de servicios de red [7].

2. G.729: es un algoritmo de compresión de datos de audio para voz que comprime audio de voz en trozos de 10 milisegundos. G.729 se usa mayoritariamente en aplicaciones de Voz sobre IP por sus bajos requerimientos en ancho de banda. El estándar G.729 opera a una tasa de bits de 8 kbit/s, pero existen extensiones, las cuales suministran también tasas de 6.4 kbit/s y de 11.8 kbit/s [8].

2.4 Técnicas de Acceso Múltiple TDMA

El Acceso múltiple por división de tiempo está caracterizado por el uso de ranuras de tiempo asignadas a cada portadora. Existen otras variantes a este método, el más conocido es DAMA (Demand Access Multiple Access, el cual asigna ranuras de tiempo de acuerdo a la demanda del canal [9]. Ver Figura 1.

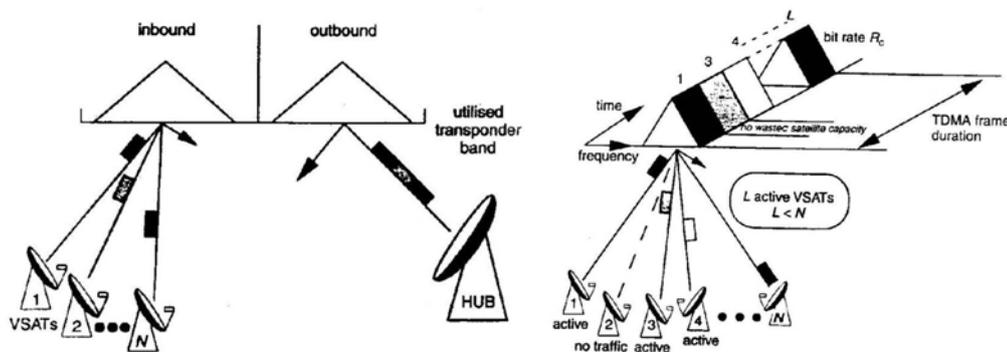


Figura 1. Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA) [9]

2.5 Tecnología Satelital

Los satélites son repetidores localizados fuera de la atmósfera terrestre como un medio para las comunicaciones a larga distancia [9].

2.5.1 Las leyes de Kepler

Se establecen de esta manera:

- El plano orbital de cualquier satélite terrestre debe bisecar centralmente a la tierra.
- La tierra debe ser el centro de una de las órbitas

Tres órbitas básicas (ver Figura 2):

- Polar
- Inclined
- Ecuatorial

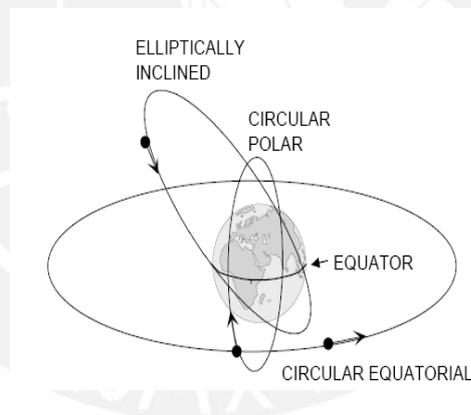


Figura 2. Órbitas básicas [9]

2.5.2 Órbita Circular ecuatorial (geoestacionaria):

Un satélite en órbita geo sincrónica ecuatorial, está localizado directamente sobre el ecuador, a 36,000 kilómetros. A esa distancia le toma 24 horas en circular al planeta. El satélite al girar con la tierra, tiene una apariencia de estacionario, en un punto del espacio [9].

2.5.3 Bandas de frecuencias satelitales

C-band (GHz)	Ku-band (GHz)	Ka/Ka-band (GHz)	Ku/Ka-band (GHz)
Receive: 3.7-4.2 Standard 3.4-4.2 Extended 4.5-4.8 India Transmit: 5.925-6.425 Standard 5.850-6.350 Brazil 6.725-7.025 Insat	Receive: 11.7-12.2 NA 12.25-12.75 Aus 10.95-11.7 EC 12.2-12.7 DBS 11.2-11.7 Intelsat Transmit: 14-14.5 Standard 13.75-14.5 Extended	Receive: 18.2-19.2 A 19.2-20.2 B 20.2-21.2 C 21.2-22.2 D Transmit: 29.5-30.0	Receive: 10.95-12.7 Transmit: 29.5-30.0 Other bands L-band: 800-1800 MHz S-band: 2-3 GHz V-band: 30-40 GHz

Figura 3. Bandas de Frecuencias satelitales [13]

2.5.4 PIRE (EIRP)

El EIRP (Effective Isotropically Radiated Power) o PIRE es una herramienta usada para describir la performance de un sistema de transmisión de radio [9].

Cuando se considera la potencia radiada en una dirección particular de una antena, la EIRP es la potencia que sería necesaria alimentar a una antena isotrópica para lograr la misma potencia de señal en dicha dirección.

Hay tres elementos básicos en un sistema:

- un transmisor con cierta potencia de salida
- una antena con una ganancia
- una línea de transmisión que conecta al transmisor con la antena

Los conectores también se pueden considerar

La línea de transmisión tiene pérdida. Es conveniente expresar todos estos valores usando una notación de decibelios. De esta manera.

$$EIRP_{dBW} = P_t + G_{ant} - L_L \quad \dots\dots\dots (1)$$

Donde P_t = Potencia de salida RF del transmisor en dB

G_{ant} = La ganancia de la antena (en dB)

L_L = La pérdida de línea de transmisión en dB

2.5.5 Relación E_b/N_o

La relación E_b/N_o llamada relación Energía por bit/densidad de ruido espectral y es expresada en dB. Este término es usado comúnmente para evaluar la performance de los modems digitales [9].

Esta relación esta definida por:

$$E_{b\text{dB/Hz}}/N_{o\text{dB/Hz}} = C_{\text{dbW}}/ N_{o\text{ dB-Hz}} - 10 \log (V_{\text{tx}})_{\text{dB-Hz}} \dots (2)$$

Donde: $E_{b\text{dB/Hz}}/N_{o\text{dB/Hz}}$ = energía por bit referida a la velocidad de transmisión

$N_{o\text{dB/Hz}}$ = densidad espectral de ruido

C_{dbW} = potencia de portadora

V_{tx} = Velocidad de transmisión

Esta razón relaciona velocidad de transmisión, hertz y vatios y puede ser fácilmente manejada usando decibelios.

2.5.6 Estaciones Remotas

VSAT (Very Small Aperture Terminal):

Una estación VSAT es un sistema con RF Modem/ Terminal y una antena el cual permite al usuario comunicarse con la central (HUB) vía un enlace satelital.

Contiene el siguiente Hardware:

- Antena en la banda Ku (Up Link 11.7-12.2 GHZ y Down Link 14-14.5 GHZ.)
- Facilidad interna de enlace (IFL) Cable coaxial que conecta la unidad de datos externa (ODU) con la unidad interna (IDU).
- Unidad Externa (ODU) Contiene la electrónica de radio frecuencia (Transmisor BUC y Receptor LNA o LNB).
- Unidad Interna (IDU) Contiene el modulador, demodulador y el procesador inteligente de la unidad [10].

2.5.7 Amplificadores de bajo ruido

El LNA (Low Noise Amplifier) es un amplificador de bajo ruido, que recibe la señal del alimentador (feeder) y la amplifica. La señal recibida tiene muy bajo nivel, por lo cual este amplificador debe tener un nivel de ruido muy bajo.

El LNB (Low Noise Block converter) lleva a cabo la amplificación y traslación a una frecuencia intermedia de 950 a 1450 MHz la cual puede ser enviada por un cable RG-6 el cual es económico y fácil de instalar.

En las estaciones grandes (Hub) se debe incluir el equipamiento de seguimiento (tracking) entre otros.

2.5.8 Retardo (latencia) de la comunicación

Componentes del retardo:

Retardo de transmisión en el enlace satelital: Corresponde al tiempo de propagación de la portadora

Retardos en el hub:

- Polling y/o colas en la interface Hub – a – host.
- Retardo de procesamiento (formateo de los paquetes)
- Retardos inducidos por el protocolo usado en el acceso: a) Acceso aleatorio: tiempo de retransmisión si se ha producido una colisión. b) Asignación por demanda: tiempo de espera para la asignación de un intervalo de tiempo.
- Tiempo de servicio: para enviar los mensajes. Depende del tamaño del mensaje y de la velocidad de transmisión

2.6 Estándar DVB-S2:

Es un estandar de sistemas de distribución en redes satelitales GEO. Sus principales características son:

- DVB-S2 es la más avanzada tecnología disponible

- Soporta tramas tales como MPEG4/H.264
- Modulaciones más altas: QPSK/8PSK y 16APSK /32APSK disponibles con ACM. Ver Figura 4.
- Forward Error Correction más fuerte
- Factor roll-off más ajustado (0.2). Ver Figura 5.
- 3 modos de trabajo: CCM - Constant Coding & Modulation, VCM - Variable Coding & Modulation, ACM - Adaptive Coding & Modulation
- Robusta y eficiente implementación de ACM
- Maximiza la eficiencia total de la red [11]

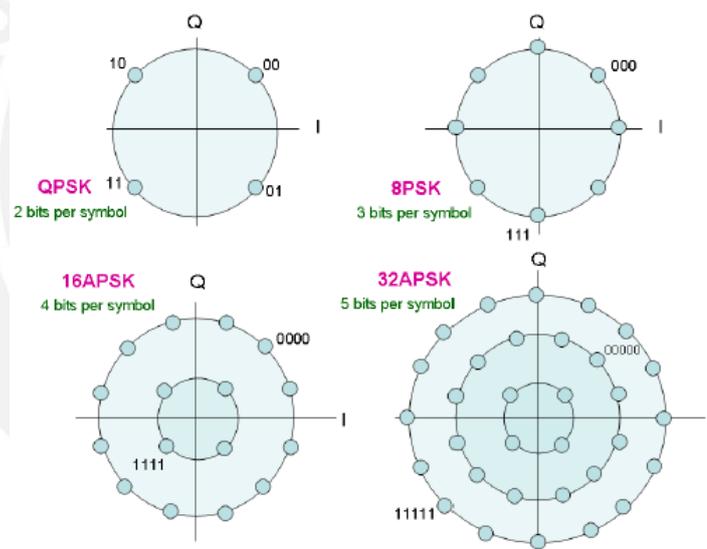


Figura 4. Modulación QPSK, 8PSK, 16APSK y 32APSK [11]

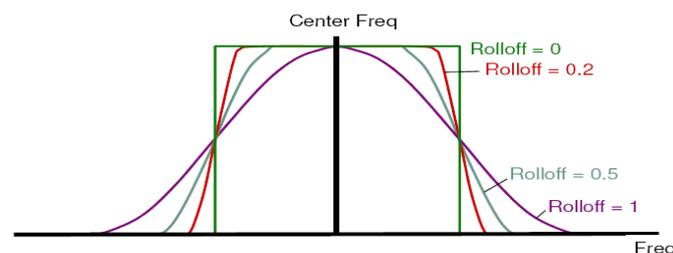


Figura 5. Factor Roll-Off [11]

CAPÍTULO 3

3.1 FASE DE PLANEAMIENTO

Presentada la problemática previo estudio elaborado por la consultora APOYO, en diciembre de 2007 el Fondo de Inversión en Telecomunicaciones (FITEL) a través de la Agencia de Promoción de la Inversión Privada (PROINVERSIÓN) convocó al Concurso Público para transferir al sector privado la ejecución del Proyecto “Provisión del Servicio de Datos y Voz en Banda Ancha Para Localidades Rurales del Perú – Banda Ancha Para Localidades Aisladas (BAS)”. El objetivo de este concurso fue seleccionar a Personas o Consorcios que se adjudiquen el financiamiento del FITEL para ejecutar tal proyecto.

El Proyecto consiste en la provisión del servicio de banda ancha para dar los servicios de telefonía de abonados, telefonía pública e Internet. Beneficiará aproximadamente a 1.66 millones de habitantes de 3,852 localidades rurales aisladas.

En la fase de planeamiento se elabora un plan de ejecución que cumpla con los requerimientos planteados por el FITEL. A continuación se detallan los objetivos y especificaciones técnicas a tener en cuenta:

3.1.1 Objetivos del Proyecto

Objetivo central

Adecuado acceso a los servicios de telecomunicaciones y a la información necesaria para el desarrollo económico y social del sector rural y de preferente interés social.

El acceso a los servicios de telecomunicaciones a Internet y uso productivo de las TICs, permitirá a los pobladores de las zonas rurales potenciar sus actividades sociales y familiares, identificar nuevas oportunidades de negocio y/o adquirir conocimientos para mejorar los negocios que ya tengan en marcha.

Objetivos específicos

- Brindar una adecuada oferta de servicios de telecomunicaciones en áreas rurales
- Tarifas razonables y disminución de otros costos para la población en el uso de las telecomunicaciones.
- Extensión a localidades aledañas utilizando Wireless
- Emprendedores con mayores conocimientos en gestión de servicios de acceso a Internet.
- Expertos locales en el uso de las TICs y materiales apropiados que faciliten el aprendizaje.
- Conocimiento del funcionamiento y óptima utilización de los servicios en telecomunicaciones.

3.1.2 Especificaciones Técnicas

A continuación se detallan las especificaciones requeridas por el Fitel para el desarrollo del proyecto [13].

3.1.2.1 Aspectos Generales

Servicios requeridos

1. Servicios requeridos (ver Tabla 6):
 - Acceso a Internet en alta velocidad (en 1,019 localidades).
 - Telefonía Pública, en 3,010 localidades.
 - Telefonía de abonados en 497 localidades para una capacidad final mínima de 25 abonados por localidad.
 - Capacitación a un mínimo de 12 pobladores por localidad, y elaboración de contenidos y construcción de capacidades para 1,019 localidades.

- El número total de localidades comprendidas es de 3,852 y la población directamente beneficiada asciende a 1´658,619 pobladores.

Tabla 6: Distribución de Localidades por Área [13]:

Por área de proyecto:

Proyecto (Área)	Regiones Comprendidas	Localidades	Telefonía Pública	Telefonía de Abonados	Internet
Sur	Lima Sur, Cusco, Apurímac, Huancavelica, Ayacucho, Ica, Madre de Dios, Arequipa, Puno, Moquegua y Tacna	1812	1297	267	631
Norte	Lima Norte, Junín, Pasco, Huánuco, Ucayali, La Libertad, Ancash, San Martín, Amazonas, Loreto, Tumbes, Piura, Lambayeque y Cajamarca	2040	1713	230	388
Total		3852	3010	497	1019

2. En el marco de la neutralidad tecnológica, existe libertad de utilizar las tecnologías y arquitecturas de red más eficientes. Se acepta combinaciones de diversas tecnologías ópticas, alámbricas e inalámbricas, satelitales, con estándares como por ejemplo 802.11xx, 802.16xx o propietarias siempre que el conjunto se constituya en una red coherente y gestionable desde el Centro de Operaciones de Red (NOC) en el Data Center.

3. Cronograma:

El cronograma de instalaciones, para el total de servicios y localidades beneficiarias, se muestra en la Tabla 7:

Tabla 7: Cronograma de Instalaciones BAS:

Cronograma:

	ANO 2008			ANO 2009				TOTAL En 15 meses	
	Mes 1 del Contrato	---	DIC.	Mes 6 del Contrato	---	Mes 10 del Contrato	---		Mes 15 del Contrato
Firma de Contratos									
Instalaciones concluidas y operativas				15%		35%		50%	100%
<i>Internet</i>				153		357		510	1019
<i>TUP</i>				452		1054		1505	3010
<i>Abonados</i>				75		174		249	497

4. Las localidades beneficiarias contarán con un punto de presencia (POP) desde el cual se distribuyan los servicios en la localidad. El operador instalará la infraestructura civil, de telecomunicaciones y de gestión necesarias de manera que se cumpla con este requerimiento general. El punto de presencia (POP) se encuentra ubicado en el sitio de instalación de la estación VSAT.

3.1.2.2 Del acceso a internet y los servicios de telecomunicaciones

1. Del servicio de telefonía en general

El servicio final de telefonía se puede brindar bajo las modalidades de telefonía de uso público o telefonía de abonados y se tarifica al segundo.

El servicio de telefonía a ofrecerse en el proyecto debe proveerse sobre una infraestructura de banda ancha basada en paquetes con protocolo IP u otra opción tecnológica que el operador encuentre como más eficiente que permita priorizar el tráfico de voz sobre otro tipo de tráfico asegurando la calidad del servicio.

Debe cumplirse lo siguiente:

- Retardo (latencia) de la comunicación en un sentido, desde el teléfono del emprendedor hasta el punto de interconexión o viceversa, no mayor a 375 mseg.
- El servicio final se puede brindar usando directamente teléfonos IP fijos o inalámbricos o mediante teléfonos analógicos usando pasarelas de adaptación (IAD).

2. Del servicio de telefonía de uso público (TUP)

El operador proveerá obligatoriamente este servicio en cada una de las localidades beneficiarias, siempre y cuando no exista en la localidad una empresa operadora que lo venga ofreciendo legalmente. Si este fuera el caso, se sustituirá esa localidad con otra sin el servicio de TUP.

3. Telefonía de abonados

El servicio de telefonía de abonados se debe brindar en la modalidad de pospago y/o como una línea con límite de consumo y pre-pago. Se pueden prestar planes adicionales que deben ser aprobados por FITEL y/o OSIPTEL.

El punto de terminación de red de este servicio puede localizarse en el domicilio del abonado o en el POP y puede estar asociado a un conector RJ45 en el caso de que el abonado opte por un terminal IP o un conector RJ11/FXS en el caso de que opte por un terminal analógico.

La confiabilidad del servicio de telefonía de abonados (Disponibilidad abonados) será del 96%. Es decir, el servicio no quedará interrumpido por más de quince (15) días en total al año contabilizando todas las interrupciones.

4. Acceso a Internet en Banda Ancha

Se proveerá a la cabina Pública de Acceso a Internet de propiedad de un emprendedor, un punto de acceso con un mínimo de dos puertos de datos Ethernet 10/100 Base T (o 10/100/1000 Base T).

El enlace de datos asociado a cada puerto del punto de acceso tendrá las siguientes características:

- Velocidad de transmisión: 600 Kbit/s como mínimo (referida a la velocidad descendente), con una velocidad garantizada de bajada de por lo menos 30 Kbits/s; la velocidad de transmisión ascendente será de, como mínimo, 128 Kbit/s con una velocidad garantizada de subida de por lo menos 6.4 kbits/s. para una sobresuscripción (overbooking) de 20:1.
- Retardo de la comunicación en un sentido, desde el puerto activo hasta el data center o viceversa, no mayor a 375 mseg.
- Protocolo a utilizar: Internet Protocol (IP).

El BER debe ser mejor que 10^{-4} para voz y 10^{-6} para datos. La medición de la tasa de error corresponde hacerla en la interfaz usuario-red, de acuerdo a la Rec. Y1541 de la UIT.

La confiabilidad del acceso a Internet (Disponibilidad del acceso a Internet) será del 96%. Es decir, el servicio no quedará interrumpido por más de quince (15) días en total al año. La disponibilidad del acceso a Internet será calculada cada año.

5. Subsistema de energía

Se presentará dentro de la propuesta técnica un diseño general por tipo de localidades (cabecera y beneficiaria) y por disponibilidad de energía comercial o alternativa del subsistema de energía a implementar en cada localidad beneficiaria.

El diseño del subsistema de energía considerará un sistema de respaldo (UPS) y un estabilizador de voltaje, cuyas características se adecuarán a las condiciones de suministro eléctrico del lugar a instalarse en las localidades que cuentan con energía comercial. El UPS tendrá una autonomía de quince (15) minutos a media carga.

En las localidades donde no haya disponibilidad de energía eléctrica comercial, el operador dimensionará el sistema para atender los servicios de telecomunicaciones.

6. Subsistema de protección

El operador será responsable del diseño, suministro de los materiales e instalación de los elementos de protección que sean necesarios: pozos de tierra, pararrayos, luz de balizaje (de ser el caso), circuitos y dispositivos con función de limitar corrientes generadas por descargas atmosféricas, contactos o inducción desde líneas de transmisión o distribución de energía eléctrica hacia las líneas de acometida de los enlaces de datos, etc.

3.1.2.3 Operación y Mantenimiento del Sistema

1. Condiciones generales

La operación y mantenimiento implica la obligación de realizar el mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar que los equipos funcionen con normalidad, que no caigan en obsolescencia anticipada para que los servicios se brinden bajo estándares de calidad y satisfagan las condiciones de Uso.

2. Mantenimiento

El mantenimiento preventivo debe ser realizado al menos una vez al año y comprende las labores de revisión y control del funcionamiento de los equipos críticos, el cambio de piezas según las recomendaciones de los proveedores, el ajuste y calibración de los equipos, la limpieza y control de desgaste de equipos y piezas, etc. del sistema.

El mantenimiento correctivo del sistema comprende las actividades de reparación de fallas, cambio de equipos, recalibración de equipos, reconfiguración de sistemas, cambio de piezas, etc. generados aleatoriamente en cualquiera de las localidades beneficiarias sin importar el origen o causante de las mismas.

El corte del servicio será como máximo de veinticuatro (24) horas, luego de lo cual se computará el tiempo no operativo para el cálculo de Disponibilidad.

Se considerará interrupción del acceso a los servicios cuando:

- El POP incluyendo su enlace a una cabecera o punto de interconexión queda interrumpido; o,
- Aun no quedando interrumpido el POP algún servicio específico no se puede brindar en la localidad beneficiaria

3.1.2.4 Obligaciones del Emprendedor

El emprendedor realizará los esfuerzos de organización, gestión e inversión, para el establecimiento y funcionamiento de la cabina.

El emprendedor será el responsable de la actualización del sitio Web asignado a su distrito. Para ello, debe participar en la capacitación que realice el operador.

El emprendedor asegurará que, al menos uno de los equipos de cómputo con que cuente su cabina, tenga características mínimas similares a las siguientes: Procesador: 1.6GHz, Pentium IV u otro de similar capacidad de procesamiento, Memoria: RAM DIMM de 128MB, Disco Duro: IDE de 40GB, Monitor: SVGA a color de 15'', Resolución de video: 0.28mm, Memoria de video: 8MB independiente, Tarjeta de red: Ethernet T.PCI 10/100, Disco Flexible: 3.5'', Tarjeta Madre: no integrada, Tarjeta de sonido, teclado español, parlantes, micrófono, Mouse, Software: sistema operativo, procesador de texto, hoja de cálculo, preparación de presentaciones, correo electrónico, intercambio de archivos, navegación en Internet, compresión y descompresión de archivos, antivirus.

3.1.2.5 Distribución de Localidades a nivel nacional propuesto por el FITEL:

La distribución de localidades se muestra en el Anexo 1

3.2 FASE DE EJECUCIÓN

Esta fase se desarrolló bajo la supervisión del responsable de Telefonía Rural de Telefónica en cada una de las diez zonales existentes a nivel nacional, siendo el autor de este documento el responsable en la zonal Piura que abarca los departamentos de Piura y Tumbes.

Para esta fase, Telefónica plantea en principio una propuesta de solución a los requerimientos técnicos planteados por el Fitel

3.2.1 Propuesta de Solución

- La solución a implementar será casi en su totalidad con una nueva plataforma VSAT.
- Se tiene previsto utilizar la cobertura móvil GSM de Telefónica para brindar servicios de voz con el fin de reducir Capex y Opex en segmento satelital. Esta cobertura representa casi el 20% de las localidades.
- La atención de las 3852 localidades de este proyecto será soportada por una nueva plataforma VSAT para 3544 localidades, y la actual cobertura GSM atenderá 357 servicios de TUP y 121 servicios de telefonía residencial.
- Proveedor de plataforma VSAT : Gilat , Producto : SkyEdge II
- Acceso a Internet: Se brindara en la modalidad de Cabina Pública, con un mínimo de 600/128 kbps y un garantizado de 30/6.4 Kbps (ratio de 20:1, el cual pasará a ser 10:1 al término del mes 18 de operación). La plataforma debe estar preparada para soportar hasta 1000Kbps de downstream;
- Telefonía Pública : Se brindará en la modalidad de Locutorio Público, con hasta 2 teléfonos públicos por localidad ;
- Telefonía de abonados o residencial: Se brindará en la modalidad de postpago, límite de consumo y prepago. Mínimo 3 y máximo 25 abonados por localidad.

Compromisos de Telefónica para el cumplimiento de los plazos establecidos

- Agosto 2009: 15% planta desplegada (Aprox. 580 localidades)
- Diciembre 2009 : 50% planta desplegada (Aprox. 1930 localidades)
- Mayo 2010 : 100% planta desplegada

3.2.2 Escenarios del Proyecto

En la Tabla 8 y Figuras 6, 7, 8 y 9 se muestran los escenarios del proyecto por

servicios instalados y tecnología empleada

Tabla 8: Escenarios del Proyecto

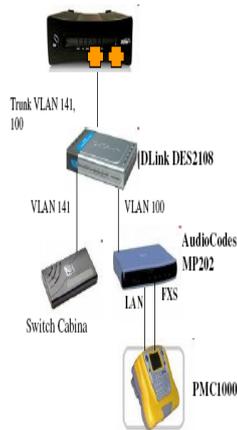
Por Servicios, Tecnología y Suministro de Energía:

	Internet	TUP		Residencial	
	VSAT	VSAT	GSM	VSAT	GSM
Con AC	181	1229	142	93	27
Sin AC	0	1186	128	0	0
	181	2415	270	93	27

	Internet + TUP	Internet + Residencial	TUP + Residencial		Internet + TUP + Residencial
	VSAT	VSAT	VSAT	GSM	VSAT
Con AC	482	217	17	4	139
Sin AC	0	0	0	0	0
	482	217	17	4	139

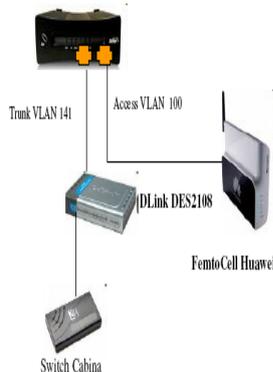
Puesto que los servicios brindados son los de telefonía pública, internet y residencial (en muchos casos más de un servicio a la vez), a continuación se muestra el equipamiento necesario para cada escenario:

Internet + TUP (482)



*El switch Dlink debe etiquetar las VLANs

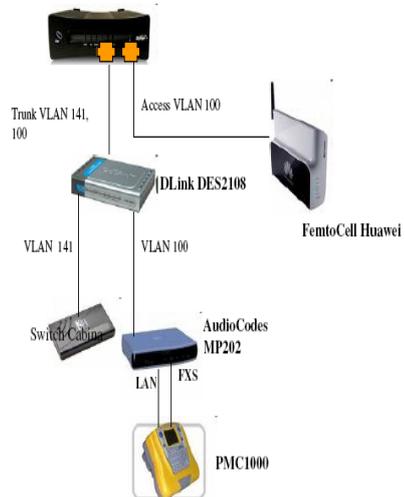
Internet + Residencial (217)



*El switch Dlink debe etiquetar la VLAN 141

*La VSAT debe etiquetar las VLAN 100

Internet + TUP + Residencial (139)



*El switch Dlink debe etiquetar las VLANs 141 y 100 para Internet y para el tarifador

*La VSAT debe etiquetar la VLAN 100 de la interface de la FemtoCelda

Figura 6. Escenarios Internet y TUP, Internet y Residencial, Internet TUP y

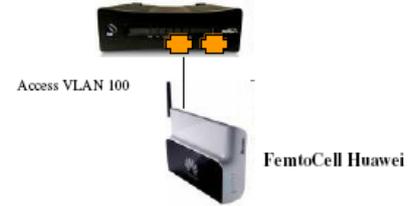
Residencial [13]

Internet (181)



*La VSAT debe etiquetar la VLAN

Residencial (93)



*La VSAT debe etiquetar la VLAN

TUP + Residencial (17)



TUP (2415)



Figura 7. Escenarios Internet, Residencial, TUP y Residencial, TUP [13]

Esquemas de Red:

Esquema de Red VSAT:

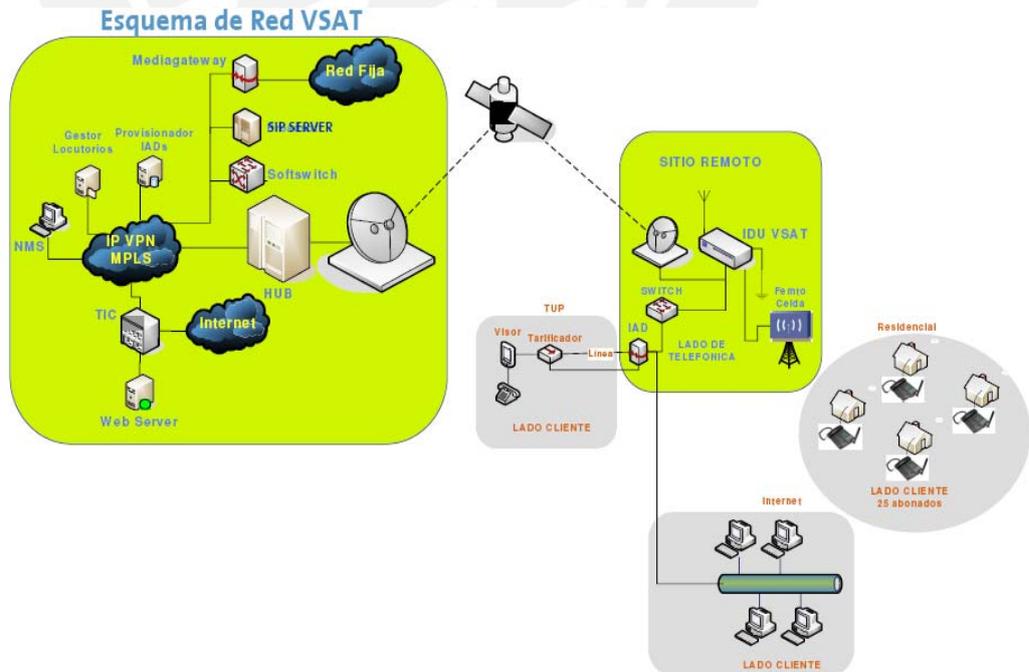


Figura 8. Esquema de Red VSAT [13]

Esquema de Red GSM

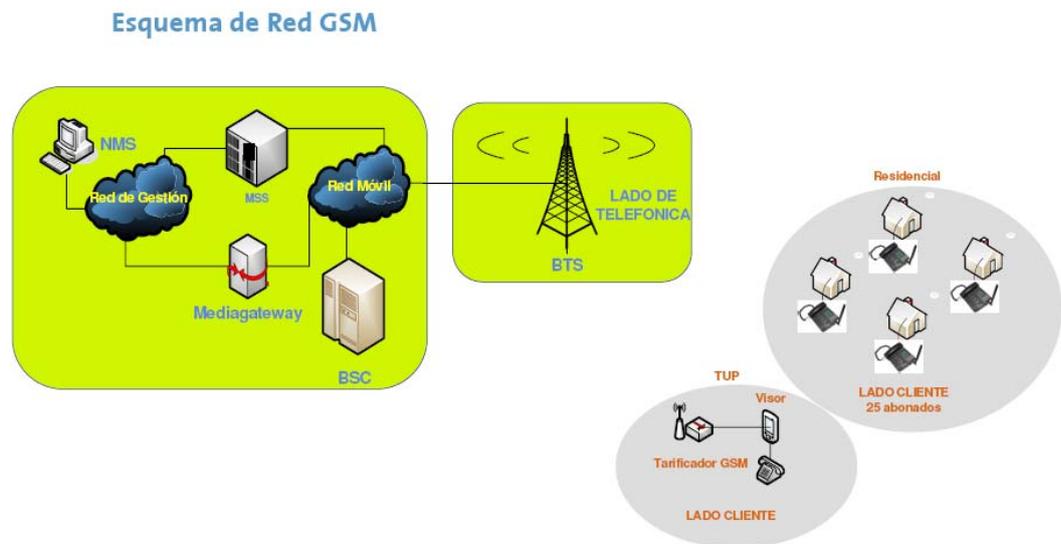


Figura 9. Esquema de Red GSM [13]

3.3 FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Esta fase también se desarrolla bajo la supervisión del responsable de Telefonía Rural, siendo el autor de este documento el responsable en la zonal Piura. En cuanto al mantenimiento de esta planta Telefónica decidió someter a concurso esta tarea a fin de transferirla a una empresa contratista de acuerdo al pliego de condiciones que a continuación de detalla.

3.3.1 Pliego de condiciones técnicas del mantenimiento del Proyecto BAS

A continuación se detallan las especificaciones requeridas por Telefónica del Perú para la fase de operación y mantenimiento

3.3.1.1 Aspectos Generales

1. El Pliego de Condiciones Técnicas y Administrativas, tiene como objetivo dar a conocer a la empresa locadora (empresa contratista), las condiciones y requisitos relevantes que les permita realizar de manera efectiva y eficiente la referida actividad.

2. El Mantenimiento de la Planta Rural del Proyecto BAS, seguirá el modelo universal implementado por Telefónica del Perú, para la recepción, registro, despacho, seguimiento y liquidación de las averías, mediante el cual la ventanilla única es GESTEL, donde se almacena toda avería que se reclama y se liquida.
3. El Control y la Gestión del Mantenimiento de la Planta Rural del Proyecto BAS, lo ejecutará la CGC (Comisión de Gestión y Control del Mantenimiento de Planta Rural) conformado por personal de Telefónica y la Locadora.

3.3.1.2 Objetivo central

Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones remotas VSAT, equipos terminales y sostener la continuidad de los servicios del acceso a internet, telefonía pública y telefonía residencial, dentro de los requisitos establecidos en el presente pliego de condiciones.

3.3.1.3 Organización

1. Centros de Mantenimiento: la locadora establecerá sus centros de mantenimiento en las mismas localidades en las cuales actualmente tiene Telefónica. (Anexo 2)
2. Los Centros de Control Rural estarán a cargo de un Supervisor Rural con uno o más técnicos especialistas.

3.3.1.4 Actividades de prestación del servicio

Estas actividades son las siguientes:

1. Actividades de mantenimiento integral y gestión de documentos
 - Mantenimiento Preventivo (Anexo 3).
 - Mantenimiento Correctivo (Anexo 3).

- Mantenimiento por Contingencias (derivados por robos, vandalismo, fenómenos naturales y otros de fuerza mayor) (Anexo 3).
 - Gestión de Documentos y reportes.
 - Otras actividades afines al mantenimiento que determine Telefónica durante la ejecución de la prestación del Servicio.
2. Actividades de mejora de planta

Son los trabajos referidos a mejorar la operación y calidad de servicio en la planta rural, ya sea en el ámbito de equipos, instalaciones o procedimientos en los sistemas de energía, radio, infraestructura, seguridad, bucle de abonado, (Gestión y cambio de sistema de energía solar a comercial, estudios de campo y/o gestión de documentos, reubicación de estaciones por mejora del enlace, seguridad de estaciones, optimización de Planta Externa, cambio de equipos).

3. Actividades complementarias
- Altas nuevas (teléfonos e Internet) y Bajas
 - Cambios de Arrendador /cliente, Traslado de teléfonos (monederos y básicos)
 - Inspecciones Técnicas.
 - Reubicación de estaciones dentro de la misma localidad, de una localidad a otra.
 - Instalación de nuevas estaciones VSAT
 - Ampliación de Planta Externa – gestión de licencias, autorizaciones
 - Actualizaciones Tarifarias.

3.3.1.5 Procedimiento para la ejecución de las actividades de mantenimiento

La Tabla 9 ha sido elaborada en base a un modelo universal implementado por Telefónica del Perú, para la recepción, registro, despacho, seguimiento y

liquidación de las averías.

Tabla 9: Procedimiento de Ejecución de Actividades de Mantenimiento

Procedimiento:

Actividad	Origen	Generación de Boletas de Servicio	Ejecución/Liquidación	Control	Reportes Informes
Mantenimiento Preventivo	Locadora presenta su programa en CGC	Se genera en página web y se distribuye a todo el personal. Numeración única a nivel nacional y autogenerada en call center 1441	Ejecución: se registra en formatos firmados por el cliente. Liquidación al 101, comunicando al 1441	A través del call center 1441. Referencia: boleta de servicio y cronograma	Mensualmente reportarán al O/M Planta Rural Lima. Se realiza la evaluación mensual y se establece el grado de Mantenimiento preventivo
Mantenimiento Correctivo	Despacho de averías en incomunicações. Averías aparecen con un retraso máximo de 24 horas en página web	Se genera en página web y se distribuye a todo el personal. Numeración única a nivel nacional y autogenerada en call center 1441	Técnico se desplaza con boleta de servicio y procede a la solución de averías. Cliente da conformidad, firma boleta. Técnico franquea al 101 y registra boleta en el 1441	A través del call center 1441. Referencia: boleta de servicio	Mensualmente reportarán al O/M Planta Rural Lima. Se realiza la evaluación mensual y es base para determinar los índices de calidad
Mantenimiento Correctivo por contingencia o fuerza mayor	Cuando se producen robos, vandalismo, fenómenos naturales, descargas atmosféricas, huaycos, inundaciones, vientos huracanados, sismos, etc.	Se inscribe en Gestel sea por el Despacho de Averías e Incomunicações o por el personal de mantenimiento de la locadora. Ésta asigna la boleta al técnico encargado	Técnico se desplaza con boleta de servicio y procede a la solución de averías. Cliente da conformidad, firma boleta. Técnico franquea al 101 y registra boleta en el 1441	A través del call center 1441. Referencia: boleta de servicio	Mensualmente reportarán al O/M Planta Rural Lima. Se realiza la evaluación mensual y es base para determinar los índices de calidad

3.3.2 Índices de Calidad

Estos índices se evalúan mensual y anualmente y forman parte de la calificación a la Locadora.

1. Porcentaje de Disponibilidad por localidad, para teléfonos de uso público.

De acuerdo a lo definido en el Reglamento del OSIPTEL, se considera “Localidad Incomunicada” cuando más del 50% de los teléfonos de uso público de localidad están fuera de servicio. Asimismo, un teléfono de uso público se considera fuera de servicio cuando no se pueden realizar llamadas entrantes y/o salientes.

La información para este cálculo se obtiene de la estadística mensual de tiempo de incomunicación de cada localidad durante el mes, que se registra en el GESTEL.

Forma de cálculo:

$$\% \text{ Disponibilidad Loc} = \left(1 - \frac{\text{Sumatoria} (\text{Loc } i \times \text{Ti})}{\text{N}^\circ \text{ días del mes} \times 24 \text{ horas} \times \text{Loc } T} \right) \times 100 \quad \dots (3)$$

Donde:

Loc i = Localidad incomunicada

Ti = Tiempo de incomunicación de la localidad (en horas)

Loc T = Número total de localidades involucradas

Los valores que determinan este índice son evaluados mensualmente y tendrán un incremento de 0.25 puntos porcentuales al inicio del 2do año y 0.25 puntos porcentuales a partir del tercer año.

2. Porcentaje de disponibilidad por circuito, para teléfonos de uso público y básico.

$$\% \text{ Disp. de circuitos} = \left(1 - \frac{\text{Sumatoria (Ckt fs x Tfs)}}{\text{Nº días del mes x 24 horas x Ckt T}} \right) \times 100 \quad \dots (4)$$

Donde:

Ckt fs = Circuito fuera de servicio

Tfs = Tiempo fuera de servicio del circuito (en horas)

Ckt T = Número total de circuitos de la planta involucrada.

La información para este cálculo se obtiene de la estadística mensual de tiempo de duración de averías para cada teléfono franquizado en el centro de Control de averías de Telefónica (Gestel)

3. Averías reparadas en menos de 7 días (Velocidad de reparación de averías)

Este índice mide como porcentaje, la cantidad de teléfonos de uso público (TUP) y básicos que estuvieron con avería o con reclamo de calidad del servicio y que fueron reparados en menos de 7 días.

$$\% \text{ Averías} < 7 \text{ días} = \left(\frac{\text{Averías reparadas en menos de 7 días}}{\text{Total de averías del mes}} \right) \times 100 \quad \dots (5)$$

4. Tasa de incidencia de fallas (TIF) de bucle de abonado (TUP).

Este índice mide como porcentaje, la cantidad de teléfonos que tuvieron averías o reclamos de calidad del servicio durante el mes.

El porcentaje se calcula con referencia a todos los teléfonos de la Planta involucrada.

La información para este cálculo se obtiene de la estadística mensual de tiempo de duración de averías para cada teléfono franquizado en el centro de Control de averías de Telefónica (Gestel)

$$\text{TIF} = \left(\frac{\text{Total de teléfonos con averías en el mes}}{\text{Total de teléfonos de la planta}} \right) \times 100 \quad \dots (6)$$

3.3.3 Consideraciones para el dimensionamiento de recursos para el mantenimiento de la planta

Mantenimiento preventivo

1. La planta instalada en el 2009 año no requiere mantenimiento en el mismo año (Costo=0).
2. En el 2010 se considera 1500 localidades instaladas en el 2009
3. En el 2011 se considera las 3850 menos 750 ejecutadas en el segundo año. (3100)
4. En el 2012 y 2013 se debe incrementar la eficiencia, disminuye el 5% del costo de mantenimiento.

Mantenimiento correctivo

1. En el 2009 entra gradualmente la red en funcionamiento, por lo que los costos de mantenimiento son menores.
2. En el 2010 los primeros cinco meses siguen ingresando estaciones y el costo se incrementa en función de la puesta en servicio.
3. A partir del 2011 se considera la planta completa.

Repuestos

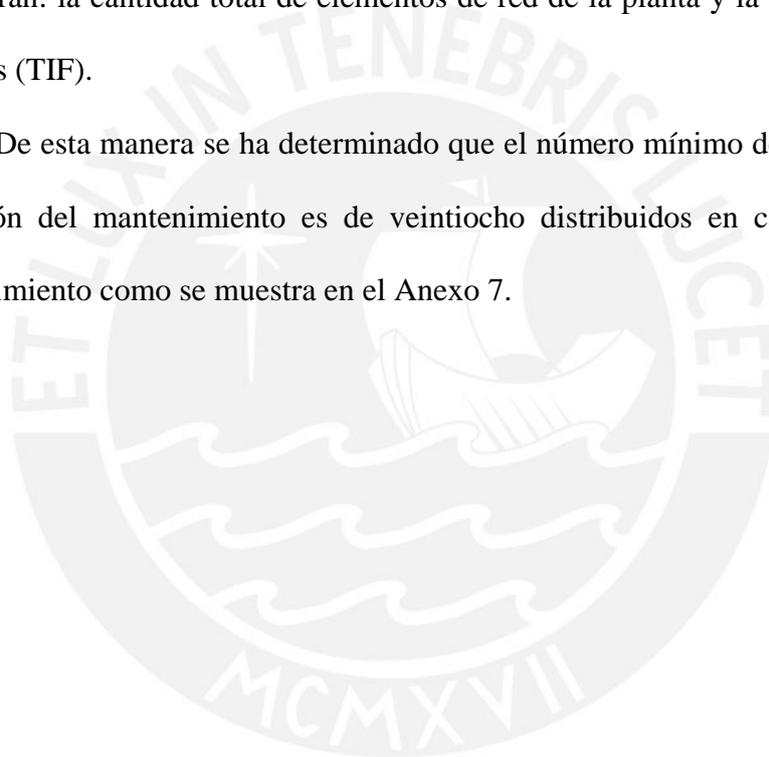
1. Se ha considerado entre 1.5 y 4% la adquisición de repuestos por año.

2. Es necesario proveerse cada año ese stock mínimo para la operación de la planta

Recursos Humanos y Centros de Mantenimiento

Para el dimensionamiento del recurso humano a emplear por cada centro de mantenimiento, en 2009, la Gerencia Gestión de Red realizó el cálculo que se muestra en el Anexo 7. Para el mantenimiento preventivo se considera como dato de entrada el total de localidades a nivel nacional. Para el mantenimiento correctivo se consideran: la cantidad total de elementos de red de la planta y la tasa de incidencia de fallas (TIF).

De esta manera se ha determinado que el número mínimo de personas para la ejecución del mantenimiento es de veintiocho distribuidos en catorce centros de mantenimiento como se muestra en el Anexo 7.



CONCLUSIONES

1. El despliegue de recursos humanos y logísticos de Telefónica sumado al control estricto de cada etapa del cronograma establecido durante la fase de planeamiento, permitieron completar la etapa de ejecución del Proyecto BAS con éxito y dentro de los plazos establecidos por el FITEL.

2. La fase de operación y mantenimiento es permanente mientras continúe vigente el contrato con el MTC.

3. Se está ejecutando un minucioso seguimiento de la operatividad de la planta a fin de asegurar la disponibilidad del servicio, tratando de superar inconvenientes de la etapa inicial tales como casos comerciales

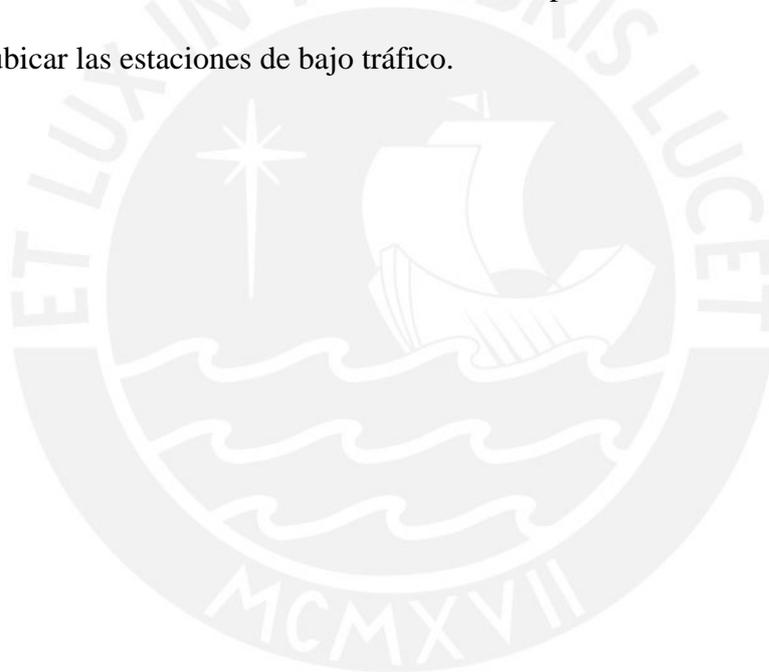
4. En cuanto a la operatividad de la planta se ha identificado que la mayor parte de los problemas radica en la etapa de energía. Éstos se relacionan con el suministro de energía comercial (para estaciones alimentadas con suministro AC) y la baja insolación (para estaciones alimentadas con energía solar).

5. Debido a la reciente ejecución del proyecto, los resultados del impacto social y económico serán medidos en los próximos años y este seguimiento será ejecutado por el Fitel.

RECOMENDACIONES

1. El FIDEL debe considerar el uso de los reportes de monitoreo propuestos por la consultora Apoyo, el mismo que le permite dar cuenta del avance en la ejecución de las metas de las actividades, el cumplimiento de los plazos establecidos y la eficiencia en la ejecución presupuestal.

2. Telefónica del Perú ha seguido el cronograma y distribución de localidades dispuesto por el FIDEL; sin embargo se han registrado casos de localidades con poco tráfico de internet debido a la escasa afluencia de público a este servicio, por lo que se recomienda identificar nuevas localidades con potencial de acceso a este servicio para reubicar las estaciones de bajo tráfico.



Bibliografía

- [1] Telefónica del Perú (Agosto 2009). Responsabilidad Corporativa. *Banda Ancha Satelital para Localidades Aisladas*. [En línea]. Disponible en: <http://www.telefonica.com.pe/rc/pdf/suplemento.pdf>
- [2] Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI (Diciembre 2009). Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO) Anual 2005-2009. *Perfil de la pobreza 2005-2009*. [En línea]. Disponible en: <http://www.inei.gov.pe/Sisd/index.asp>
- [3] Apoyo Consultoría (Julio 2008). Servicio de consultoría. *Elaboración del Estudio de Línea de Base para el Programa de Implementación del Servicio de Banda Ancha para Localidades Aisladas*. [En línea]. Disponible en: http://www.fitel.gob.pe/documentos.php?ID=71&tipo=H&pagina=contenidos/Archivos/pres_apoyo_lb_bas.pdf
- [4] Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Julio 2008). *Fondo de Inversión en Telecomunicaciones Fitel: Antecedentes*. [En línea]. Disponible en: <http://www.fitel.gob.pe/contenido.php?ID=36>
- [5] Wikipedia (Julio 2011). *Estándar IEEE 802.11*. [En línea]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11
- [6] Wikipedia (Julio 2011). *Estándar IEEE 802.16*. [En línea]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.16
- [7] Recomendaciones ITU-T, Series Y (Febrero 2006). *Recomendación Y.1541*. [En línea]. Disponible en: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.1541-200602-I/en>
- [8] Recomendaciones ITU-T, Series G (Enero 2007). *Recomendación G.729*. [En línea]. Disponible en: <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.729-200701-I/es>
- [9] W. Tomasi, *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*, México, Pearson 2000.
- [10] Gilat Satellite Networks Ltd. Document No. DC-1012-10, *VSAT: Instalación y Configuración. Introducción*, Gilat Satellite Networks Ltd. Marzo 2005
- [11] Gilat Satellite Networks Ltd. *Skyedge II DVB-S2 ACM Outbound*, Gilat Satellite Networks Ltd. 2008
- [12] Proinversión, *Bases Proceso de Promoción de la Inversión Privada Proyecto BAS*, Proinversión 2007
- [13] Telefónica del Perú, *Proyecto BAS*, Vicepresidencia Planificación e Ingeniería 2009